



سياسات الندرة
المياه في الشرق الأوسط

جويس ستار
دانييل ستول

ترجمة : أحمد خضر

سياسات الندرة
المياه في الشرق الأوسط

تحرير

جويس ستار

دانييل ستول

ترجمة

أحمد خضر

الطبعة الأولى

١٩٩٥

مؤسسة الشراع العربي

بالاشتراك مع

عين للدراسات والبحوث الانسانية والاجتماعية

EIN FOR HUMAN AND SOCIAL STUDIES

الطبعة الأولى : أكتوبر ١٩٩٥



الناشر : مؤسسة الشراع العربى
ص . ب ١٠٠٥ حولى - رمز بريدى 32011 الكويت



بالاشتراك مع : عين للدراسات والبحوث الانسانية والاجتماعية
٦ شارع يوسف فهمى - اسباتس - الهرم - ج . م . ع

المحتويات

صفحة



تصدير

مركز الدراسات الاستراتيجية والدولية هو مؤسسة للدراسات السياسية تقوم باعداد بحوث تتسم بتوقيتها المناسب وقدرتها على استقراء المستقبل فى آن معا .

ويعتبر مشروع بحوث سياسة المياه ، الذى بدأته جويس ستار مع دانييل ستول من برنامج دراسات الشرق الأدنى ، أحد الأمثلة البارزة على طبيعة اهتمامات المركز .

وهذا المشروع الكبير ، الذى تم تحت عنوان "السياسة الخارجية للولايات المتحدة إزاء موارد المياه الشرق الأوسط" ، يبحث تأثيرات مشاكل المياه المتصاعدة فى الشرق الأوسط على المصالح الاستراتيجية للولايات المتحدة فى المنطقة .

وفى إطار هذا البحث ، شُكلت هيئة واسعة من خبراء المياه ، تمثل الدوائر الأكاديمية والحكومية ودوائر رجال الأعمال فى كل من الولايات المتحدة والشرق الأوسط . ويجىء هذا العمل تتويجا لجهود استمرت أكثر من خمسة عشر شهرا من البحوث واللقاءات والمؤتمرات . .

والكتابة دراسة بالغة الأهمية لاغنى عنها لكل المهتمين بالشرق الأوسط وكذلك المحللين المتمرسين نظرا لعمق معالجتها للقضايا المتعلقة بالموضوع وتغطيتها لكل جوانب القضية .

أموس جوردان

الرئيس الفخرى لمركز الدراسات الاستراتيجية
والدولية وشاغل مقعد هنرى كيسنجر لسياسة
الأمن القومى، ونائب رئيس هيئة أمناء المركز



مقدمة

يقف الشرق الأوسط على عتبات أزمة أخرى من أزمات الموارد الطبيعية . فقبل بداية القرن الحادى والعشرين ، ستؤدى الصراعات على موارد المياه المحدودة والمهددة إلى تمزيق الروابط الهشة بين دول المنطقة وإلى حدوث اضطرابات لم يسبق لها مثيل فيها .

وفى يوليو / تموز ١٩٨٦ ، بدأ برنامج دراسات الشرق الأدنى التابع لمركز الدراسات الاستراتيجية والدولية فى بحث مدته خمسة عشر شهرا حول معالجة حكومة الولايات المتحدة للأزمة المحتملة ، وكان عنوان البحث " السياسة الخارجية لحكومة الولايات المتحدة إزاء موارد المياه فى الشرق الأوسط" . وكان هدفنا هو التوصية باستراتيجية للمستقبل يمكن أن تحمى مصالح الولايات المتحدة وتعززها .

وقد أعددنا هذه الدراسة أساسًا لدوائر صناع السياسة فى الولايات المتحدة ، خاصة لهؤلاء المعنيين بدبلوماسية المياه ، والتنمية وجمع المعلومات . وتمحورت الدراسة حول أحواض الأنهار الرئيسية الثلاثة فى المنطقة : الأردن ، ودجلة والفرات والنيل . وركزت على بلدان المنطقة التى تواجه نقصا حادا فى المياه وتدهورا خطيرا فى نوعيتها : مصر والأردن والعراق وإسرائيل والضفة الغربية وقطاع غزة وسوريا وتركيا .

وكانت رؤية اللاعبين أنفسهم فى الشرق الأوسط أساسية فى هذا الصدد . ومن ثم ، وجهت الدعوة لخبراء من المنطقة لكى ينقدوا أفكارنا وهى فى طور التشكل . أما مهمة تحديد التوجهات الفكرية للبحث فقد تولتها لجنة تسيير تتكون من مجموعة خبراء من الولايات المتحدة متخصصين فى طائفة واسعة من المجالات المعرفية .

ومع بدء ملامح المشروع فى التشكل ، شارك فى البحث موظفون رسميون من الوكالات التابعة لحكومة الولايات المتحدة الأمريكية مشاركة سخية ولم يبخلوا علينا بوقتهم أو بوجهات نظرهم . وقد تأثرت بتفانى هؤلاء الخبراء وكفاءتهم العالية . وعلى الرغم من أنهم كانوا مقيدين بمحدودية التمويل والقيود الحكومية فان كفاءتهم ورؤيتهم الثاقبة شكلتا البرامج التى هى الآن مصدر فخر لأمتنا .

وقد أجمع الخبراء المشاركون على ضرورة تشجيع الزخم الدبلوماسى كلما كان ذلك ممكنا . ومع هذا ، أكدت المجموعة على أن الدبلوماسية فى ذاتها عملية شاقة وطويلة الأمد بل ومنهكة . وفى المقابل ، قد يؤدى التقدم التقنى - رغم أنه ليس بديلا عن الدبلوماسية - إلى مكاسب واضحة على المدى القصير .

وأوصى ممثلو حكومة الولايات المتحدة والقطاع الخاص الذين شاركوا فى هذا الجهد البحثى بضرورة تركيز حكومة الولايات المتحدة على أربعة مجالات سياسية :

- تطوير التكنولوجيات المتقدمة فى مجال المياه ؛
- تشجيع استراتيجيات أكثر فعالية لإدارة الموارد الطبيعية للمياه وصيانتها ؛
- تحسين التنسيق بين وكالات المياه فى الولايات المتحدة ؛
- الاهتمام بالبحوث والتخطيط على المدى البعيد .

ويمكن تحقيق هذه الأهداف من خلال تغييرات بنيوية وبرامجية بأدنى قدر من التكلفة وبأعلى عائد ممكن . وفى هذا الصدد ، تتعلق أهمية كبيرة على وعى الكونجرس بأزمة المياه المحيقة بالشرق الأوسط .

وتتضمن التوصيات الخاصة بالعمل ما يلى :

١- إنشاء هيئة تنسيق داخل حكومة الولايات المتحدة لكل بحوث المياه وبرامج التنمية فى الشرق الأوسط . ويمكن لهذه المجموعة ، التى تقوم بالتنسيق بين مختلف الوكالات ، أن تعمل كمركز لتنقيح وتبادل البيانات وكـ "ذاكرة مؤسسية" لعمل الحكومة المتعلقة بقضايا المياه .

٢- إنشاء برنامج مياه أمريكى / شرق أوسطى لتشجيع تطوير تكنولوجيات متقدمة للمياه . وستغطى موضوعات الدراسة طائفة واسعة من القضايا التقنية ، بما فى ذلك : البستنة، وبحوث الوراثة والتنمية ، والسيطرة على التلوث ، واستراتيجيات إعادة استخدام المياه ، واستخدام الطاقة الشمسية فى تكنولوجيات المياه . ومن شأن التأكيد بشكل خاص على البحوث المتعلقة بالمناطق الصحراوية أن يخدم فى التطبيق كل من الشرق الأوسط وجنوب غرب الولايات المتحدة .

إن الولايات المتحدة حاليا هى البلد الوحيد فى العالم القادر على ممارسة القيادة فى تطوير موارد المياه والتعاون فى الشرق الأوسط . ولدينا القدرة على السير قدما فى هذا الاتجاه . وما أحوجنا الآن إلى رؤية مثابرة .

جويس ستار

مديرة برنامج دراسات الشرق الأدنى التابع لمركز الدراسات الاستراتيجية والدولية

دانييل ستول

شكر

إن صدور هذا العمل يجعلنا مدينين بشدة للعديد من الأصدقاء الذين قدموا لنا التوجيه والإرشاد والنصح.

ويستحق سعادة الدكتور بطرس غالي ، وهو رجل ذو رؤية ثاقبة ، تقديرا خاصا لأنه هو الذى غرس البذرة النظرية التى نبت منها المشروع برمته . ويعود الفضل فى ترجمة أحلامنا إلى حقيقة إلى الدعم السخى لمجموعة برنس الخيرية – والاهتمام الشخصى الكبير من جانب وليام وود برينس .

وما كان للمشروع أن يتحول إلى حقيقة واقعة لولا الدعم المستمر لسى تونيلات وعلمه الغزير . وقد استندنا كذلك إلى الدعم الفكرى لرالف كاتروش فى توجيهه لنا أثناء محنة تكييف النتائج التى توصلنا إليها فى إطار لغة مقروءة .

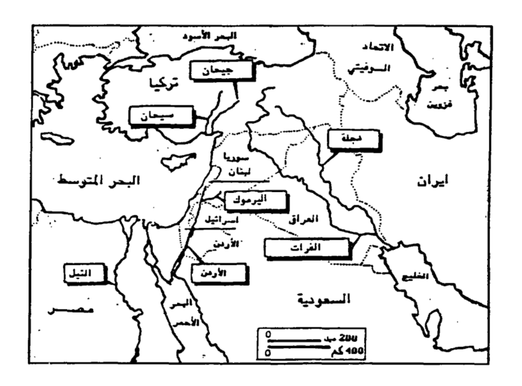
ورغم أننا لم نكتشف ستيفن لنتنر إلا بعد بداية المشروع ، إلا أنه أثبت أنه صديق عظيم كرّس وقته الثمين وأفكاره الملهمة من أجل هذا العمل . أما التشجيع المستمر والايجابى من جانب بيتر ماكفرسون ، والجنرال إى . آر . هيبرج الثالث ، ومايك فان دوش – أعضاء مجموعة التسيير – فقد أقنعنا بأننا نقوم بشيء صحيح . وقد ضمت مجموعة التسيير أعضاء آخرين ساهموا بوقتهم وخبراتهم ، وهم : لويس أوستن ، وإدوارد آزار ، وريتشارد فيربنكس ، والسيناتور تشارلز بيرس ، وجون برايست ، وجيمس شارب ، والسيناتور بول سايمون ، وجوزيف سيسكو .

وفى مركز الدراسات الاستراتيجية والدولية ، نود أن نشكر الرئيس السابق للمركز آموس جوردان على إصراره على ملاحقة الأفكار العصية وجهوده من أجل تحقيق هذا المشروع بوصفه أحد المشاريع الكبيرة لمعهد الدراسات الاستراتيجية والدولية . وبالإضافة إلى ذلك ، نقدم شكرنا لمجموعة من العاملين المساعدين فى المركز ، ومنهم : ديفيد داكاك ، وسكوت دوبرشتين ، وشيت ليفى ، وكينث ليبر ، ومارجو باز ، وجوشوا سوفن وأليسون ويثى .

ونحن أيضا مدينون للعمل المضنى الشاق الذى قام بين خبراء مثل جو ووتر برى من جامعة برنستون وتوماس ناف من جامعة بنسلفينيا .

وأخيرا نعبر عن امتناننا العميق لكل خبراء الولايات المتحدة والشرق الأوسط من القطاعين العام والخاص الذين لم يبخلوا علينا بوقتهم وبمعرفتهم ، ونعرب عن تقديرنا الخاص لهؤلاء الخبراء المتفانين فى الحكومة الأمريكية الذين تعاملوا مع أفكارنا باهتمام وقلق حقيقيين .

جويس ستار ودانييل ستول



حيث تتصاعد الأخطار : تعتبر موارد المياه العذبة أحد القضايا الرئيسة فى سائر أنحاء الشرق الأوسط ، لكن المستقبل يبدو مخيفا بالنسبة لمصر وإسرائيل والأردن والضفة الغربية وقطاع غزة وسوريا والعراق . ولايوجد تقريبا مصدر مياه لاتتقاسمه أكثر من أمة ، الأمر الذى يزيد من احتمالات نشوب نزاع .

١

المياه : المصدر الاستراتيجى القادم

بقلم : إيوان أندرسون

" أجعل فى البرية طريقا فى القفر أنهارا .... لأسقى شعبى "

سفر أشعياء ، الاصحاح الثالث والأربعون

هيمن سائل واحد ، هو البترول ، على الجغرافيا السياسية للموارد فى الشرق الأوسط لفترة طويلة . ومع هذا ، ينظر الآن إلى سائل آخر ، هو الماء ، بوصفه سلاحا سياسيا أساسيا فى المنطقة ، ورغم الازدياد المتوقع لاعتماد الغرب على نفط الخليج مع نهاية هذا القرن ، إلا أنه من المرجح أن تشكل المياه سياسات المنطقة على نحو متزايد . ففى سائر أنحاء الشرق الأوسط، تتراوح معدلات سقوط الأمطار بين ٢٥٠ مم و ٤٠٠ مم سنويا بينما لاتسقط أى أمطار على الإطلاق على المناطق الصحراوية الشاسعة . ولم يسجل سقوط ١٠٠٠ مم أو أكثر إلا فى جبال لبنان والمغرب ، ومناطق محدودة فى تركيا وإيران . وبالنسبة للزراعة ، تتمثل المشكلة الرئيسية ، بالطبع ، فى عدم كفاية كمية الأمطار حيث تحتاج الزراعة إلى ٤٠٠ مم سنويا على الأقل ، بينما لايمكن استخدام الأراضى التى تقل فيها كمية الأمطار عن ٢٥٠ مم سنويا إلا فى الرعى الجاف Rough grazing .

لكن ارتفاع معدلات نمو السكان فى سائر أنحاء المنطقة يكشف بجلاء الحاجة الماسة إلى زيادة وتيرة التنمية الاقتصادية ، خاصة فى الزراعة والصناعة . وبالتالى ، فان الاستفادة من كل موارد المياه الطبيعية المتاحة وأيضا تطوير مصادر جديدة أمران حيويان تماما .

وفى سائر أنحاء الشرق الأوسط ، تولى الحكومات المعنية أولوية قصوى لسياسات المياه ، وتستمر الكثير فى التنقيب عن المياه ، وبناء مختلف أنواع السدود والخزانات ، وتطوير مصادر بديلة ، خاصة من خلال إزالة ملوحة مياه البحر .

ومع هذا لايمكن للتدابير المالية وحدها أن توفر الحل الشامل ، فعلى سبيل المثال كلما كانت كمية الأمطار أقل كلما أصبح الاعتماد عليها كحل أمرا غير واقعى ، حيث يمكن أن يستمر الجفاف لسنوات عدة ثم يعقب ذلك حدوث فيضانات مدمرة . ومن هنا ، ينبغى التوفيق بين كافة التدابير لضمان استخلاص كل قطرة مياه ممكنة والحيلولة (فى ظل ظروف متباينة) دون هدر كميات هائلة من المياه فى البحار . وقد تظل السدود الباهظة التكاليف المقامة على

مجارى الأمطار بلا عمل لعامين أو ثلاثة ، لكنها تصبح فى العام الرابع غير كافية إطلاقا. وهناك مشكلة أخرى تنشأ عن معدلات البخر الحالية واستخدام المياه وإعادة استخدامها بأسلوب مفرط فى الترشيد ، وهى زيادة الأملاح المذابة ، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة ملوحة التربة ، ولأن العلاج الوحيد لهذا الوضع هو استخدام كميات وفيرة من المياه العذبة . فان تدهور التربة فى العديد من المناطق أمر لايثير الدهشة ، خاصة فى المناطق التى تعانى من التهميش المادى وسوء الإدارة .

ويمكن أيضا مناقشة العديد من المصاعب المائية والاقتصادية الأخرى ، لكن ينبغى أولا التعرف على وجهين ، سياسيين أساسا ، لمشكلة المياه فى الشرق الأوسط . أولا ، فيما يتعلق بالوقائع الطبيعية : لاتتطابق حدود موارد المياه الطبيعية ، السطحية والجوفية ، مع الحدود السياسية ، وقد يؤدى هذا الوضع إلى التنافس أو حتى إلى حدوث نزاعات . ومع هذا ، فهناك حقيقة أقل وضوحا تتمثل فى أن استنزاف المياه على جانب من الحدود قد يؤثر تأثيرات خطيرة على إمدادات المياه على الجانب الآخر منها . ويحفل الشرق الأوسط بالعديد من تلك النزاعات ، الفعلية والمحتملة . ويتعلق الوجه الثانى ، وهو سياسى واستراتيجى فى آن معا ، بطبيعة البنية الأساسية للمياه ، وعلى نحو أخص ، بالاعتماد على مصادر صناعية لامدادات المياه ، حيث أصبحت عدة دول معتمدة على بضع منشآت قد يسهل تدميرها فى حالة نشوب عمليات عسكرية .

ويبين الجدول ١-١ الصورة العامة لأزمة المياه من خلال توضيح الزيادة المرتقبة ، تعداد السكان والانخفاض المتوقع فى كميات المياه المتاحة بحلول عام ٢٠٠٠ ، وإذا علمنا أن الحد الأدنى المثالى لنصيب الفرد من المياه هو ١٠٠٠ متر مكعب سنويا ، يتضح أنه سيحدث عجز، بل عجز كبير فى العديد من الحالات ، فى معظم بلدان الشرق الأوسط [١] .

وباستثناء نهر النيل ، تقع كل الأنهار المستديمة فى الشرق الأوسط شمال خط عرض ٣٠°، وأحيانا لايوجد فى مناطق واسعة شمال خط العرض هذا سوى مجرى سطحى موسمى . وبالتالى ، تتضاءل فرص تشييد السدود ، لكن يوجد سد واحد على معظم الأنهار المستديمة ، رغم أن تعدد السدود سيصبح هو القاعدة . ويمكن للسدود الكبيرة المتعددة الأغراض أن تترك، بالطبع ، تأثيرا واسعا على تطوير مجارى الأنهار ، الأمر الذى ينطوى على أهمية خاصة عندما تقع أفرع النهر فى دول مختلفة . وعلى سبيل المثال ، سيؤثر سد أتاتورك (المزمع

الانتهاء من تشييده على الجزء التركى من سد الفرات مع نهاية عام ١٩٩١ بطاقة إجمالية تكفى لرى ٧٥٠ ألف هكتار) على البرامج المختلفة فى سوريا والعراق . ورغم وجود برامج مشروعات لبناء خمسة وثلاثين سدا كبيرا على الأنهار الموسمية . وفى بعض الحالات ، يمكن لهذه المشاريع أن تجمع من المياه ما يكفى لتكوين احتياطى دائم ، بينما ترمى فى معظم الحالات إلى الحد من الفاقد وزيادة وتيرة عملية إعادة ملء خزانات المياه الجوفية . وهناك مشاريع للإنتهاء من بناء ستين من تلك السدود المتباينة الأحجام فى السعودية مع نهاية عام ١٩٩٠ .

وفى سائر أنحاء الشرق الأوسط ، كانت المياه الجوفية موردا رئيسيا (بل والمورد الأساسى فى العديد من الحالات) للمياه لآلاف السنين ، ويشيع استخراج المياه من الآبار والينابيع ، لكن قنوات المياه الجوفية (المعروفة باسم الفلاج) كانت موردا حاسما بالنسبة لإيران وشرق الجزيرة العربية (خاصة عمان) . وقد عانت هذه الموارد من ضغوط شديدة منذ الخمسينات بسبب الزيادة الكبيرة فى احتياجاتها من المياه . وينطبق هذا بشكل خاص على تلك البلدان التى تعتمد أكثر من غيرها على المياه الجوفية ، خاصة إسرائيل وليبيا ودول الخليج . . وهكذا ، فان ما يقرب من نصف الاعتمادات المخصصة للمياه فى موازنة وزارة الزراعة فى عمان فى الخطة الثانية قد تم تجنيبه لصيانة القنوات وإصلاحها [٢]. ويؤدى الإفراط فى ضخ المياه من خزانات المياه الجوفية الضحلة لامحالة إلى إنخفاض مستوى المياه الجوفية وجفاف الآبار والينابيع والقنوات الجوفية ، وغالبا ما يضطر السكان إلى الهجرة (نتيجة لذلك). وعلاوة على ذلك ، يفضى استنزاف المياه الجوفية عادة إلى تسرب المياه المالحة من الشاطىء نتيجة لانخفاض ضغط المياه الجوفية . وبهذه الطريقة ، تعرض مخزون المياه العذبة فى البحرين للتلف التام . بل وحدثت زيادة كبيرة فى ملوحة المياه على طول الشريط الساحلى فى الباطنة ، وهى أهم المناطق الزراعية فى عمان . وبالتالى و تشهد عدة بلدان ، خاصة عمان ، سعيا جادا لتطبيق برامج ترمى إلى إعادة تغذية خزانات المياه الجوفية .

ويتمثل إجراء آخر فى استخدام خزانات "المياه الأحفورية"* Fossile Water العميقة، رغم أن البعض يعتبرونها موارد غير قابلة للتجديد . وأسطع مثال على ذلك هو استثمار ليبيا

---

* المياه الأحفورية : هى المياه الموجودة داخل مصايد صخرية فى باطن الأرض من عصور جيولوجية سابقة، وهى غير قابلة للتعويض [١] .

لأكثر من ٣٫٣ مليار دولار فى أكبر مشروع لإقامة نهر من صنع الإنسان يكفى لرى ١٨٠ ألف هكتار . وسيمتد هذا النهر ، عند اكتماله*، من الكفرة جنوب فزان إلى الساحل وسوف يسهل التنمية الزراعية والصناعية حول معظم الخط الساحلى لخليج سرت(٣). ومع هذا ينبغى النظر إلى هذا المشروع كحل مؤقت على المدى المتوسط على أقل تقدير .

ومع عدم توفر المياه الجوفية والسطحية أو نفاذها الوشيك فى العديد من المناطق ، تظهر الحاجة الماسة للبحث عن مصادر بديلة . وتتصدر إزالة ملوحة مياه البحر أهم هذه البدائل . وتتجاوز المبالغ التى أنفقت على إزالة ملوحة مياه البحر فى الشرق الأوسط ما أنفق فى أى منطقة أخرى فى العالم . وفى واقع الأمر ، تمتلك المنطقة ٣٥٪ من إجمالى محطات إزالة ملوحة مياه البحر فى العالم أجمع وأكثر من ٦٥٪ من طاقتها الإجمالية ، ومع هذا ، تتراوح تكاليف الإنتاج بالوسائل التقليدية بين دولار ودولارين للمتر المكعب من المياه ، وتبذل جهود ضخمة لتخفيض هذه التكاليف ، خاصة من خلال استخدام الطاقة الشمسية ، وقد أجريت بحوث مكثفة فى مؤسسة البحث العلمى الكويتية ، ومن المتوقع حدوث تطورات متسارعة فور الانتهاء من تشييد المحطة الجديدة المتطورة لبحوث الطاقة الشمسية فى قطر وتعد البركة الملحية الشمسية Saline Solar Pond ، التى يمكن جمع وتخزين الطاقة الشمسية داخلها (٤) ، أفضل الطرق فى الوقت الراهن ، حيث يمكن استخدام نماذج متعددة الأحجام منها . ويمكن لهذه الطريقة أن تخفض تكاليف العمليات إلى ثلاثة أرباع أو ثلث تكاليف المحطات التقليدية لإزالة ملوحة المياه ، ويتوقف هذا التخفيض على حجم العمليات .

وتتمثل ثانى أهم المصادر البديلة فى إعادة معالجة مياه الصرف ، رغم أن الاستفادة منها تقتصر على الرى ، وتستخدم مياه هذا المصدر بالفعل فى العديد من البلدان ، وخاصة فى الأردن وقطر ، وفى الكويت حيث توجد محطات تروى ١٦ ألف هكتار بهذا الأسلوب ومن المرجح التوسع فى استخدام هذه الطريقة ، خاصة مع عدم ظهور أى اعتراض عليها من وجهة

---

* تم تخطيط هذا المشروع المعروف باسم النهر العظيم على خمس مراحل . وفى نوفمبر ١٩٨٣ ، وقعت الحكومة الليبية عقدا مع شركة دونج آه Dong Ah الكورية الجنوبية لإنشاء المرحلة الأولى من المشروع بتكلفة ٣٫٣ مليار دولار . وبدأ العمل الفعلى فى المرحلة الأولى فى ١٩٨٤/٨/٢٨ . ويبلغ طول الأنابيب التى تم مدها فى المرحلة الأولى نحو ٢٠٠٠ كم تنقل ٢مليون متر مكعب يوميا من ينابيعها فى قلب الصحراء إلى سرت فى بنغازى . وقد انتهى العمل فى المرحلة الأولى وافتتحت رسميا فى ١٩٩١/٨/٢٨ (٣) .

النظر الإسلامية . وهناك حل آخر ، نوقش كثيرا لكنه باهظ التكاليف ، هو استيراد المياه بشكل منتظم . أما تلك النظرية المسرحية الشهيرة عن جر جبال الجليد العائمة من القارة القطبية الجنوبية فتبدو معقولة . لكن لم تناقش مشاكلها العملية ، مثل كبح عملية الذوبان وتوزيع المياه .

وهناك اقتراح آخر متعلق بالمياه طُبق بالفعل فى نطاق محدود ، وهو استيراد المياه بالناقلات ، ومن الناحية العملية ، تحاول فرنسا واليابان والمملكة المتحدة تطوير هذه الفكرة (فى كل منها مناطق جيدة الموقع تحتوى على فائض كبير وتمتلك كل منها صناعة بناء سفن عريقة) . وتحصل مالطا وجبل طارق بالفعل على إمدادات مياه منتظمة بهذه الطريقة ، وفى العام الماضى ، استوردت أسبانيا كميات من المياه من فرنسا . ومع هذا ، هناك مشاكل هامة تتمثل فى الانكشاف اللوجستى والاستراتيجى ، ناهيك عن التكاليف الفعلية فالاعتماد الطويل الأمد على مصدر أجنبى فى الحصول على سلعة حيوية كالماء يبدو غير حكيم على أقل تقدير ، وينطبق هذا التخوف أيضا على إمكانية تطوير خطوط أنابيب دولية للمياه فى المنطقة.

الجغرافيا السياسية للمياه

تعتبر المشاكل المتعلقة بتوزيع المياه السطحية هى أكثر مشاكل الجغرافية السياسية للمياه الفعلية والمحتملة ، وضوحا وإلحاحا . إذ تكمن إمكانية نشوب نزاع فى كل حالة ينقسم فيها المجرى المائى بين عدد من الدول . وينبغى هنا التوصل إلى اتفاقية حول تقسيم حصص المياه لأن الاستفادة من المياه عند أعالى المجرى تؤثر على كمية ونوعية المياه المتاحة لكل المستفيدين على طول المجرى ، إلا إذا كان تدفق المياه يكفى لسد جميع الاحتياجات طوال العام . ومع هذا ، تظل السيطرة فى يد الدولة المتحكمة فى أعالى المجرى ، وبالتالى لايمكن الإقلال من شأن الإجراءات ذات الدوافع السياسية .

ويوجد فى الشرق الأوسط ثلاثة وديان كبيرة من هذا النوع ، يمكن أن يحدث فى أى منها نزاع حول المياه . فمجرى النيل يقتسمه عدد من البلدان ، لكن أربعة منها فقط - أوغندا وأثيوبيا والسودان ومصر - تحتل مركزا يسمح لها بممارسة تأثير مائى كبير . ومصر وحدها مستفيد كبير بما يكفى لاعتبارها بلدا يعانى من أزمة مياه .

ويعتبر وادى دجلة والفرات وشط العرب أقل استقرار من ناحية العلاقات السياسية ، وهو منطقة مقسمة أساسا بين تركيا وسوريا والعراق . وتمر البلدان الثلاثة بتطورات متلاحقة ، ويتضح من إنفاقها على المشاريع المائية الضخمة مدى تقديرها للدور الحاسم الذى ستلعبه المياه فى المستقبل .ويعد المجرى الثالث ، وادى نهر الأردن ، أصغرها جميعا لكن الأكثر تفجرا بالنسبة للعلاقات الدولية ، وتقع على ضفافه ثلاث دول رئيسية هى إسرائيل ، والأردن وسوريا ، وفيما يتعلق بسوريا تحتل التطورات على الفرات الأولوية الأعلى . وهذا هو الوادى الذى شهد فعليا محاولات خطيرة للقرصنة المائية . وينبع هذا النشاط السياسى الخالص من حقيقة أن حدود المجرى لاتفصل فقط بين دول الحوض ولكن أيضا بين دول عربية ذات توجهات ساسية متناقضة ، والأهم من هذا وذاك أنها تفصل بين العالم العربى ككل وإسرائيل .

وهناك نهران آخران مهمان من ناحية الجغرافيا السياسية ، نهر العاصى الذى يمر بلبنان وتركيا ، والليطانى الذى يقع مجراه كاملا من الناحية الفنية داخل حدود لبنان . ولاتوجد نزاعات حول مياه العاصى ، لكن الليطانى يمر فى الجزء الأخير من مجراه فى أراض تحتلها إسرائيل ، وكان موضوعا للعديد من النزاعات ، ومن ثم ، فان بلدا سابعا ، هو لبنان يلعب دورا أساسيا فى الجغرافيا السياسية للمياه فى الشرق الأوسط .

ويوجد المزيد من المجارى السطحية فى تركيا وإيران والمغرب العربى ، ويجرى العمل فى مشاريع مائية كبيرة . لكن لاتتوفر أسباب واضحة للنزاع . ففى حالة بلدان المغرب ، تتوازى الحدود السياسية مع المجارى المائية ، وبالتالى تقل فرص الاختلاف ، وإلى جانب المجريين الكبيرين لدجلة والفرات ، توجد عدة مجارى فى الجزء الأسيوى من تركيا تصب فى البحرين الأسود والمتوسط وتقع بأكملها داخل الحدود التركية . وعلاوة على ذلك ، تصب كمية كبيرة من المياه فى البحر الأسود الأمر الذى دفع البعض إلى اقتراح مشاريع لتحويل مجارى الأمطار إلى دجلة والفرات . ومع هذا ، كانت الاعتراضات الاقتصادية والتقنية والبيئية على نحو الخصوص ، من القوة بما يكفى لتبديد أى إمكانية أمام البدء فى مشروع من هذا النوع . وتضم إيران داخل حدودها بعض الروافد الصغيرة التى تصب فى دجلة ، لكنها تقع كلها فى وديان ضيقة وبالتالى لاتوجد احتمالات لبناء سدود عليها . أما بقية بلدان الشرق الأوسط (ليبيا وشبه الجزيرة العربية) فلا يوجد بها سوى مجارى سطحية محدود جدا ، ومن ثم قد تبدى النزاعات السياسية حول المياه فيها فى أشكال أخرى .

وادى نهر الأردن

يحفل وادى الأردن بأكثر مشاكل المياه استعصاء . ولايعود هذا فقط إلى أنه نهر صغير ، لكن أيضا لمعاناة معظم البلدان المعنية ، باستثناء لبنان ، من نقص شديد فى المياه . وللنهر نظام معقد مع وجود سمات مائية متباينة بين الروافد التى تصب فيه . ولاتتباين هذه الروافد فى حجمها فقط ، بل أيضا فى مدى الاعتماد عليها . وتتمثل أهم مصادر مياه أعالى نهر الأردن فى نبع الدان ، الذى يساهم بخمسين فى المائة من ماء النهر . وتساهم أعالى نهر الأردن بما يقرب من ٤٠٪ من موازنة إسرائيل المائية . وتجىء المساهمة الكبيرة الأخرى فى نهر الأردن من نهر اليرموك (٥). ومن المثير أن ٣٪ فقط من مساحة نهر الأردن تقع داخل حدود إسرائيل ما قبل ١٩٦٧ . وبعد مختلف الاستقطاعات ، لاتتجاوز كمية المياه التى تصب فى البحر الميت نسبة ٢٪ من التدفق السنوى لنهر النيل ، أو ٧٪ من تدفق الفرات فى سوريا ، ورغم هذه المحدودية ، يوفر النهر ٦٠٪ من مياه إسرائيل و٧٥٪ من مياه الأردن .

وقد مثل إنشاء الناقل الوطنى للمياه ، الذى انتهى العمل به فى عام ١٩٦٤ ، أهم التطورات على الجانب الإسرائيلى ، ويقع هذا المشروع بكامله داخل حدود إسرائيل ما قبل ١٩٦٧ . وينقل المياه من الحافة الشمالية لبحيرة طبرية بموازاة الخط الساحلى حتى صحراء النقب ، وتساهم مصادر أخرى فى تدفق هذا الناقل ، الذى يبلغ متوسطه ٣٢٠ مليون متر مكعب سنويا . وعلى نطاق أصغر ، ثم تجفيف مستنقعات الحولة فى شمال إسرائيل . وهناك مشروع كبير آخر هو قناة البحرين المتوسط والميت ، التى يمكن أن يصل تدفقها السنوى إلى ٧٢٥ مليون متر مكعب ، لكن خطط هذا المشروع موضوعة على الرف الآن . وتتضمن الخيارات الأخرى فى إسرائيل استخدام المياه الجوفية على نطاق واسع ، وتشير الأدلة إلى نجاح تلك المشروعات فى جنوب البلاد ، وتم أيضا بحث إنشاء مشروع كبير لإزالة ملوحة مياه البحر . وهناك أيضا إعادة استخدام مياه الصرف لكنها عملية باهظة التكاليف . ونظرا للتكاليف الباهظة للمصادر الصناعية ، يتضح أن إسرائيل ، داخل حدودها الحالية ، ستعانى دائما من مشاكل المياه .

وبينما كانت إسرائيل تنفذ برامجها المبكرة ، اتجه الأردن للتعاون مع سوريا فى تنفيذ مشروع اليرموك الكبير وانتهى الجزء الأول من هذا المشروع ، قناة الغور الشرقية فى عام ١٩٦٤ ، وتوالت التوسعات بعد ذلك ، ومع هذا ، لم تصل القناة حتى الآن إلى البحر الميت ، وفقا للمخطط الأصلى . وقد جوبهت المشاريع الأردنية لبناء سد المقارن على نهر اليرموك

للمساعدة فى تخفيف مشاكلها ، بمعارضة كل من سوريا التى ينبع النهر من أراضيها ، وإسرائيل ، التى تخوفت من آثار فقدان المياه .

وتنطوى الضفة الغربية ، ومرتفعات الجولان إلى حد ما ، على أهمية حيوية متزايدة بالنسبة للاقتصاد المائى فى إسرائيل . فالى جانب كونها عائقًا مباشرا ، تتحكم الضفة الغربية فى سحب المياه إلى إسرائيل . ويحول التواجد الإسرائيلى فى مرتفعات الجولان دون أى تحويل محتمل لمياه أعالى نهر الأردن .

وقد أصبحت الضفة الغربية فى غاية الخطورة بالنسبة لإسرائيل كمصدر للمياه ، ومن الممكن الزعم بأن هذا الأمر سيتجاوز من ناحية الأهمية كل العوامل السياسية والاستراتيجية الأخرى . فهناك ثلاثة خزانات مياه جوفية فى هذه المنطقة ، وقبل عام ١٩٦٧ ، كانت إسرائيل تستغل اثنين منهما إلى الحد الأقصى تقريبا من خلال الضخ من داخل أراضيها . وبعد عام ١٩٦٧، أدت السيطرة الإسرائيلية على الضفة الغربية إلى وضع يدها على الخزان الجوفى الشرقى، الذى يغل سنويا ٦٦ مليون متر مكعب . وأدنى نمو المستوطنات اليهودية فى الضفة الغربية إلى زيادة الاحتياجات المائية ، لكن هناك خلافات واسعة حول الكميات المتاحة فعليا، ورغم اعتبار إسرائيل المنطقة مكتفية ذاتيا ، فان الأردن مقتنع بأن هناك فائضا كبيرا يستخدم داخل إسرائيل ذاتها ، ويكفى هنا القول بأن استخدام إسرائيل لمياه الضفة الغربية قضية مثيرة للجدل والخلاف . ويعد تقييد التطور الزراعى العربى من بين أحد نتائج هذا الاستخدام . وأدى ضخ المياه من أعماق كبيرة ، فى بعض الحالات ، إلى جفاف الآبار والينابيع العربية ، ورغم استحالة التأكد من صحة البيانات ، إلا أن العديد من المراجع تؤكد أن الزيادة فى استهلاك إسرائيل للمياه منذ عام ١٩٦٧ ما كانت لتتوفر لولا التوسع الإسرائيلى .

ورغم بناء ستة خزانات فى مرتفعات الجولان ، إلا أن الموازنة المائية لإسرائيل لم تستفد على نحو مباشر من احتلالها للمرتفعات بالمقارنة مع الضفة الغربية . وتؤخذ معظم المياه التى تحتاجها المنطقة من بحيرة طبرية ، الأمر الذى يؤثر سلبا على كمية المياه التى تحتاجها بقية البلاد ، وعلى النقيض من ذلك ، أدى الوجود الإسرائيلى فى جنوب لبنان إلى السيطرة على كل المصادر التى تزود أعالى النهر بالمياه ، وأثار أيضا المخاوف العربية من محاولة إسرائيل تحويل مجرى الليطانى ليصب فى نهر الحاصبانى من خلال نفق ، وهو ما يمكن أن يوفر لإسرائيل ٥٠٠ مليون متر مكعب من المياه سنويا .

إن نهر الأردن ملائم تماما لتنمية متكاملة ، لكن كل المشاريع التى اقترحت حتى الآن كان مآلها الفشل ، نتيجة للعداء الشديد بين العرب وإسرائيل . ومن أبرز هذه المشاريع نذكر مشروع إريك جونستون ، الذى عينه الرئيس أيزنهاور سفيرا خاصا وكلفه بوضع خطة شاملة لمنظومة نهر الأردن . وكانت نقطة البدء هى المشروع الرئيس ، الذى تتضمن عددا من السدود على روافد مختلفة ، وإصلاح مستنقعات الحولة ، وحفر قنوات على جانبى الوادى تعمل بالانسياب الطبيعى ، وتحديد حصص لبنان وسوريا والإردن وإسرائيل . وفى نهاية الأمر ، حصل مشروع جونستون ، أو المشروع الموحد ، على قبول عام ، رغم أن مجلس الجامعة العربية لم يقره بشكل قاطع . ومع ذلك ، حافظت كل الدول على حصص المياه التى اقترحها المشروع (الأردن ٥٢٪ ، إسرائيل ٣٦٪ ، وسوريا ٩٪ ، ولبنان ٣٪) بوصفها المحدد العام عند تطبيق مشاريعها المائية ، وهكذا كان مشروع جونستون أكثر نجاحا من كل المشاريع التى اقترحت لتطوير نهر الأردن رغم فشله فى الوصول إلى معالجة متعددة الأطراف .

ومع أن المنطقة قد شهدت نزاعات مستمرة حول المياه ، أدت بعض هذه التوترات إلى حدوث تهديدات خطيرة للجغرافيا السياسية ، فقد وافق اجتماع القمة العربية فى عام ١٩٦٤ على تحويل الروافد الأردنية خارج إسرائيل ، فضلا عن محاولات سوريا المتوالية لتحويل المياه، الأمر الذى أدى إلى عدد من اشتباكات الحدود الواسعة النطاق . وكان تنفيذ هذه المشروعات سيؤدى إلى تحويل مياه الحاصبانى والدان وبانياس إلى نهر اليرموك . وهكذا تم إضفاء الطابع العسكرى على نزاعات المياه ، ففى عام ١٩٦٩ ، أدت غارات إسرائيل على قناة الغور الشرقية إلى إلحاق خسائر جسيمة بها . وعلاوة على ذلك ، قادت الخسائر الناجمة عن الحرب والانتقالات السكانية ، إلى تراجع البرنامج الزراعى فى الأردن .

وهكذا ، كان نهر الأردن ساحة لنزاعات دولية حادة على المياه بدرجة أكبر من وادى النيل ووادى دجلة والفرات ، ومن المرجح أن يظل هو النقطة الملتهبة فى المنطقة . فالتوتر لايزال عاليا ، والوضع المائى ، خاصة فى إسرائيل والأردن ، مستمر فى تدهوره . وفى واقع الأمر ، تشير التقديرات إلى أن إسرائيل تستهلك حاليا ما يقرب من ٩٥٪ من كل الموارد الممكنة . ومع اعتماد نمو كل من الدولتين على المياه ، فليس لنا أن نتوقع سوى نشوب المزيد من النزاعات بل والصراعات نتيجة لذلك .

وادى دجلة والفرات

يعتبر وادى دجلة والفرات هو الوحيد من بين الوديان الثلاثة الذى يوجد به فائض كبير من المياه ، لكنه يشهد هو الآخر مشاكل فعلية ومحتملة من ناحية الجغرافيا السياسية نتيجة للتطورات الراهنة والمستقبلية . وعلى عكس الدول المائية * Riparian States الواقعة على نهر الأردن ، لاتواجه تركيا أو سوريا أو العراق أزمة مياه وشيكة ، لكن هذه البلدان تواجه ، بدلا من ذلك ، مشاكل إدارة ، وتوزيع حصص المياه ، وتخطيط عمليات التطوير ، الأمر الذى قد يؤدى إلى نشوب خلافات بين الدول المائية الثلاث . وقد تتصاعد التوترات أيضا ، بسبب مشاريع الرى الكثيف والمشاريع الكهرومائية التى يجرى إعدادها .

ويغطى وادى الفرات منطقة تبلغ مساحتها ٤٤٠ كم٢ ويتضمن روافد سطحية ووديان ومناطق مياه تحت سطحية . وينقسم بين تركيا (٢٨٪) ، وسوريا (١٧٪) والعراق (٤٠٪) والسعودية (١٥٪) كمصدر لإيراد الوديان والمصادر التحتسطحية . ومع هذا ، فان إجمالى المساهمات العراقية والسعودية بالغ الصغر إذ يأتى الإيراد الرئيسى السنوى من تركيا (٨٨٪) وسوريا (١٢٪) [٦].ويعتبر دجلة أكثر ضيقا من ناحية المساحة ، ويعود هذا جزئيا إلى استحواذ الفرات على الكثير من منابعه ، ويجىء إيراده من عدد من الروافد الهامة على ضفته اليسرى، لكن أبرز هذه الروافد هو نهر الخارون الذى يجىء من يمينه ، ويمده بالحصة الرئيسية المساهمة الإيرانية .

ويخضع كلا النهرين لتقلبات شديدة فى فيضاناتهما ، الموسمية والسنوية وهكذا ، قد يؤدى بناء السدود على أعالى النهرين ، من ناحية إلى حدوث نزاعات بسبب حجز المياه، لكنه سيؤدى من الناحية الأخرى وظيفة مفيدة تتمثل فى التحكم فى كمية المياه ويبلغ متوسط الإيراد السنوى للفرات ٣٢ بليون متر مكعب ، بينما يبلغ متوسط الإيراد السنوى لدجلة ٤٢ بليون متر مكعب ، وإيراد الخارون ٢٠ بليون متر مكعب سنويا ، وتحمل مياه الأنهار الثلاثة كميات كبيرة من الرواسب ، تتزايد كثافتها فى نهرى دجلة والخارون ، وتعانى الأنهار الثلاثة

---

* الدول المائية Riparian States هى الدول التى تقع على ضفاف الأنهار المشتركة أو تشترك فى "مشترك مائى" واحد أو فى أكثر من " مشترك مائى " أما المشترك المائى فهو الحوض أو الأحواض المائية التى يشارك فيها أكثر طرف مائى . (م)

من فقد كميات كبيرة من المياه نتيجة للبخر فى شهور الصيف . ولأن الدول الرئيسية الثلاث تقع جغرافيا فى توالى خطى على مجرى الوادى بعكس الدول المطلة على نهر الأردن ، فان نوعية المياه تنطوى على أهمية كبيرة بالنسبة لها . فمياه الصرف المتخلفة عن الزراعة شديدة الملوحة ، ويعود هذا بشكل خاص إلى معدلات البخر العالية فى المنطقة .

وكانت المنطقة المعروفة الآن باسم العراق قد شهدت اهتماما بمشاريع الرى منذ العصور القديمة . وكان العراق أول الدول المائية الثلاثة التى تقيم مشروعا كبيرا هو خزان الحندية ، الذى اكتمل فى عام ١٩١٣، وكان هناك عدة مشاريع أخرى ، وتشير التقديرات إلى أن الرى يغطى ٥٠٪ من المنطقة الزراعية فى العراق ، وفى واقع الأمر ، يعتبر العراق هو البلد الشرق أوسطى الوحيد المكتفى ذاتيا من الزراعة ، القائمة على الرى[٧] .

وتمتلك سوريا ، القريبة جدا من منابع النهر ، اقتصادا متسارع النمو ، يعتمد بدرجة كبيرة على الزراعة ، وكان الاستغلال فى البداية مركزا على نهر العاصى ، ثم تحول الاهتمام إلى الفرات ، حيث أن دجلة لايشكل سوى منطقة حدودية صغيرة ويعتبر سد الثورة أكبر مشروع يقام على الفرات سواء كمشروع كهرومائى أو كمشروع للرى . وكان يرمى إلى رى منطقة تتراوح مساحتها بين ٢٠٠ و ٥٠٠ ألف هكتار ، وهو الهدف الذى لم يتحقق حتى الآن . وهناك أيضا مشاريع على نهر الخابور ، لكن كل المشاريع السورية متأخرة عن البرامج المحددة لها .

وتملك تركيا مشاريع تطوير لكل من دجلة والفرات ، رغم أن التركيز كان مسلطا على الأول . وكان سد كيبان أول مشروع يتم اكتماله حيث انتهى العمل فيه فى عام ١٩٧٣ . ولأن ملء بحيرة هذا السد تزامن مع ملء بحيرة سد الثورة فى سوريا ، كان التأثير المؤقت على المجرى شديدا. وفى واقع الأمر ، إننا عندما نبحث عن مصادر النزاع المحتملة ، ستبرز الحاجة إلى التدقيق بعناية فى تعاقب التواريخ المحددة للإنتهاء من تلك المشروعات ، حيث يمكن لعدة تزامنات من هذا النوع أن تؤدى إلى استنزاف خطير للمياه فى فترة قصيرة ، وهو أمر لايمكن أن تقبله الدول المائية الواقعة أدنى النهر .

ويعتبر سد أتاتورك أهم كل هذه المشاريع المخططة والجارى تنفيذها ، وسيتطلب ١٠ مليارات متر مكعب من المياه سنويا ، ومن المتوقع أن يروى ٧٠٠ ألف هكتار إضافية . وإذا أضيف هذا الاستقطاع إلى السبعة مليارات متر مكعب التى تحتاجها المشاريع السورية

سنويا ، إلى جانب الفاقد الناجم عن البخر فى البحيرة الكبيرة ، ستنخفض كميات المياه التى تصل العراق من ٣٠٪ مليار متر مكعب إلى ١١ مليار متر مكعب سنويا ، ويزعم العراق أنه يحتاج إلى ١٣ مليار متر مكعب على الأقل سنويا . ومع هذا ، فان سير العمل فى المشاريع الكبيرة على أعالى الوادى ما زال متأخرا عن البرامج المحددة للانتهاء منها ، ومن المتوقع عدم اكتمال هذه المشاريع فى المستقبل المنظور نظرا للموقف المالى لكل من سوريا وتركيا .

وبالإضافة إلى ذلك ، يمكن للعراق الاستفادة بدرجة أكبر من إيراد دجلة إلى جانب الاستفادة من مصادر المياه الأخرى مثل المياه الجوفية وإعادة استخدام المياه . فهناك ، على سبيل المثال ، مشروع قناة الثرثار ، الذى يحول مياه دجلة حاليا إلى منخفض الثرثار للتحكم فى الفيضان . وتخطط العراق لكى يشمل المشروع نهر الفرات أيضا . وسيسهل هذا من نقل المياه من نهر إلى آخر . لكن الموازنة المائية للعراق ستتأثر سلبا إذا تم تنفيذ الاتفاق الذى وقع بين العراق والأردن لضخ المياه عبر الأنابيب من الفرات للأردن . وإلى جانب المشاكل الهندسية، لن يفيد ذلك المشروع قضية العراق عند التباحث مع الدولتين المائيتين الأخريين حول توزيع حصص مياه الفرات .

وكانت الأزمة المعلنة الوحيدة المتعلقة بالمياه التى شهدها هذا الوادى قد حدثت فى عام ١٩٧٤ بين سوريا والعراق ، عندما أدى افتتاح السدين التركى والسورى إلى انخفاض منسوب المياه فى الفرات إلى حوالى ٢٥٪ من المستوى الطبيعى . وصدرت تهديدات مختلفة، منها التهديد بقصف سد الثورة ، وتجمعت الحشود العسكرية على جانبى الحدود . ومع هذا ، وافقت سوريا بعد تدخل السعودية ، على تصريف كميات إضافية من مياه سد الثورة فى يونيو / حزيران ١٩٧٥ . ومع ذلك ، لم يكن هذا الحادث حادثا مائيا فقط ، حيث كان التوتر قائما بين النظامين لفترة من الوقت .

ومع أنه لاتوجد أى اتفاقيات سياسية ، دعت سوريا فى عام ١٩٨٤ إلى قيام هيئة مشتركة بين الدول الثلاث لإدارة نهر الفرات وإلى عقد اجتماع مشترك لمناقشة حقوق الدول المائية [٨] . وهكذا ، قد تؤدى المشاريع الحالية إلى حدوث نقص حاد فى مياه الوادى خلال الأعوام الأربعة أو الخمسة القادمة ، لكن احتمالات حدوث نزاع فعلى تبدو بعيدة .

وقد تظهر مشاكل أخرى بسبب شط العرب ، الذى يتكون من اتحاد دجلة بالفرات ، وكذلك بسبب إيراد نهر الخارون . فالجزء الأدنى من النهر يمثل خط الحدود بين العراق وإيران ، وقد

تكون الحدود ، وليس الماء هي سبب المشاكل ، فطوال النزاع الذى استمر لفترة طويلة بين البلدين ، لم تظهر سوى بضع مشاكل حول المياه . وكانت الصور التى التقطتها الأقمار الصناعية ونشرت فى عام ١٩٨٧ قد بينت حفر العراق لقنوات دفاعية لمنع تقدم الجيش الإيرانى . وستغير هذه القنوات الصورة ، لكن إذا أدت المشاريع التى تقام الآن على أعالى الوادى إلى تخفيض منسوب المياه فى نهر الفرات ، فقد تجف هذه القنوات وتتضاءل فاعليتها بدرجة كبيرة .

وادى النيـــل

يتبدى تفرد وادى النيل عن غيره من الأنهار فى عدة أوجه . فهو أطول شبكة نهرية فى العالم ، ويجرى فى ١٠٪ من مساحة أفريقيا تقريبا ، والأهم من هذا ، إنه لايوجد نهر آخر يواصل جريانه فى مثل هذا العدد من المناطق المناخية ، وبالتالى لايوجد نهر آخر بمثل هذا النظام المائى المعقد . وفى هذا الصدد ، يوجد تناقض كبير بين المجرى الرئيسى ، النيل الأبيض، وروافديه الرئيسيين ، النيل الأزرق ونهر عطبرة . ومن المثير أيضا أنه لاتوجد أى روافد أخرى بداية من نقطة التقائه مع نهر عطبرة وحتى مصبه فى البحر المتوسط ، وهى مسافة قدرها ١٨٠٠ كم .

ومع التزايد السريع لسكانها ، الذين يعيشون جميعا فى الوادى ويصل عددهم الآن إلى ٥١ مليون نسمة ، تنطوى حاجة مصر إلى توسيع الرقعة الزراعية على أهمية بالغة ، وبالتالى يتزايد فقط الطلب على المياه ، بينما النيل ذاته هو المصدر الوحيد الهام للمياه . ويتحقق الآن بعض التقدم فى مجالات إعادة استخدام المياه وفى التنقيب عن مصادر المياه العذبة الجوفية ، رغم أنها لم تغل سوى كميات متواضعة .

ومصر ، من نواحى عديدة ، حضارة مائية كلاسيكية ، وتبرز الحاجة إلى المياه فى كل جوانب الحياة . ولذا ، فان التناقض الصارخ لتقديرات العرض والطلب أمر لايثير الاستغراب ، ويتوقع أكثر المراقبين تفاؤلا وجود فائض صغير للغاية . وتستند هذه الحسابات أساسا إلى أربعة عوامل :

- انتشار التوسع الزراعى من خلال برنامج إصلاح الأراضى الصحراوية .
- حاجة كل هكتار محصولى من المياه فى الأراضى القديمة والجديدة (بما فى ذلك الفقد الذى يحدث أثناء عملية نقل المياه فى نظام توزيع الرى) .

- الانتهاء من تنفيذ مشاريع توفير المياه على أعالى النيل .
- انتشار عملية إعادة استخدام مياه الصرف فى مصر .

ومع حلول عام ١٩٩٠ ، سيحقق أكبر المشاريع المائية المصرية فائضا يتجاوز ثمانية مليارات متر مكعب سنويا . وتشير تقريرات جون ووتر برى إلى عجز سنوى قدره أربعة مليارات متر مكعب . وبالتالى . لايوجد أمام مصر ، من أجل توسيع الرقعة الزراعية ، سوى ثلاثة خيارات :

- زيادة فعالية نظام الرى وتحسين أساليب إدارة المياه .
- الاستفادة من تكنولوجيا أكثر فعالية للرى والصرف .
- التوسع فى عملية إعادة استخدام مياه الصرف .

وتتسم الإحصاءات المتعلقة بالسودان بمصداقية أقل وتناقض أكبر ، ويتوقع البعض أن يصل العجز فى التسعينيات إلى ١٤ مليار متر مكعب سنويا . ومع هذا ، فان هذه التوقعات تستند مباشرة إلى خطط ترمى إلى تحويل السودان إلى منتج زراعى عالمى كبير . لكن هذه الخطط مفرطة فى تفاؤلها بالنظر إلى نظام الرى والصرف المحلى وحالة التربة .

ويبلغ متوسط الإيراد السنوى للنيل ، مقدرا عند دخوله إلى مصر ، حوالى ٨٥ مليار متر مكعب سنويا ، منها ٢٥ مليار متر مكعب تجىء من النيل الأبيض ، الذى ينبع من السودان وأوغندا ، وتجىء الستين مليار الباقية من النيل الأزرق (٥٠ مليار متر مكعب) ومن نهر عطبرة (١٠ مليار متر مكعب) ، وينبع كلاهما من أثيوبيا ، وكانت أول اتفاقية شاملة حول مياه النيل قد وقعت فى عام ١٩٢٩ ، وفرضت قيودا شديدة على السودان ، حيث نصت على حصول مصر على ٤٨ مليار سنويا والسودان على أربعة مليارات فقط ، وتركت الاتفاقية ثلث الإيراد يصب فى البحر دون استخدام ، ولم تظهر أى اعتراضات على هذه الاتفاقية طوال عشرين عاما ، ويعود هذا إلى الهيمنة السياسية لمصر وبطء مسيرة التنمية الاقتصادية فى السودان .

وفى الخمسينات ، زاد التوتر بين الدولتين المائيتين ، ووصل إلى الذروة مع الاختلاف حول مشروع السد العالى . وتدهورت العلاقات ووصلت إلى حافة المجابهة العسكرية فى عام ١٩٥٨ . وأدى هذا التدهور إلى قيام السودان بتعلية سد سنار ، متجاهلة بذلك اتفاقية ١٩٢٩ . لكن النظام الجديد الذى وصل إلى السلطة فى السودان كان متعاطفا مع مصر وقام بتوقيع إتفاقية الاستفادة الكاملة من مياه النيل فى عام ١٩٥٩ . واكتمل بناء السد العالى

عند أسوان فى عام ١٩٧١ ، وتبلغ سعته ٣٢ مليار متر مكعب ، تضيع منها عشرة مليارات سنويا نتيجة للبخر من بحيرة ناصر الشاسعة ، وتحصل مصر على سبعة مليارات ونصف من الكمية الباقية بينما تحصل السودان على ١٤,٥ مليار متر مكعب . ولم يحدث حتى الآن أى نزاع حول هذا التوزيع . وعلاوة على ذلك ، تم العمل فى مشاريع مشتركة منذ منتصف السبعينات ، ومن أكبر هذه المشاريع قناة جونجلى (توقف العمل فيها بسبب الحرب الأهلية) لشق مجرى مائى وسط المستنقعات .وكان من المتوقع أن يؤدى الانتهاء منها إلى توفير ٤٧٠٠ مليون متر مكعب سنويا [١٠].

ومع هذا ، فان التطورات المستقبلية بالغة التعقيد ومثيرة للجدل والخلاف . وستترك التطورات المتعلقة بالدول الأفريقية الأخرى تأثيرات خطيرة على الجغرافيا السياسية للوادى . ومن الحكمة أن نفترض أن الاهتمامات البعيدة الأمد للسياسة الخارجية فى أثيوبيا وأوغندا وزائير ستتمحور إلى حد بعيد حول الحاجة إلى حماية امدادت المياه . واحتلت أثيوبيا مكانة بارزة فى التفكير المصرى منذ ظهور النظام الماركسى فى أثيوبيا . وزاد القلق على نحو خاص من احتمال بناء سد فى أثيوبيا بدوافع سياسية . ويظل هذا احتمالا بعيدا نظرا للوضع الحالى للاقتصاد الأثيوبى .

وتصدر انتقادات حادة من الدول المائية الأخرى لاحتمال قيام مصر بمد مياه النيل إلى سيناء أو حتى إلى صحراء النقب فى إسرائيل ، ومن احتمال قيام السودان نقل ٢٠ مليون متر مكعب سنويا من مياه النيل إلى السعودية من خلال خط أنابيب . ومع ذلك ، يدفع الوضع المائى المتدهور فى الوادى إلى استبعاد إمكانية تنفيذ أى برامج لضخ مياهه عبر أنابيب إلى جهات أخرى .

وديان رئيسية أخرى

رغم وقوع نهر الليطانى بأكمله داخل الحدود الرسمية للبنان ، إلا أن حوضه الأدنى يقع قرب منابع الأردن داخل الأراضى التى تسيطر عليها إسرائيل . ويبلغ إيراده السنوى ٧٠٠ مليون متر مكعب ، وهو قليل التقلب نسبيا نظرا لتساقط المياه بكميات كبيرة على أعالى جبل لبنان . وكانت الحكومة قد بدأت فى مشروع نهر الليطانى لتوفير الرى والكهرباء . واكتمل الجزء الأساسى من المشروع فى عام ١٩٦٦ ، وأدى إلى امتلاء بحيرة القيروان وإعادة توزيع المياه فى وادى البقاع ، وتضمن المشروع تحويل جزء من مياه الليطانى إلى نهر الأولى ، وأدى هذا إلى تخفيض التقلب الموسمى فى منسوب المياه فى النهر الرئيسى .

ومع ذلك كان الحدث الرئيسى الذى شهده الليطانى هو غزو إسرائيل فى عام ١٩٨٢ لجنوب لبنان ، وهو ما أدى إلى هيمنتها على الجزء الأدنى من النهر وخزان القيروان . وقد فُسِّر استيلاء إسرائيل على منطقة أمنية عرضها ٤٥ كم على أنه محاولة لضم الليطانى بل وتحويله. وأنكر الإسرائيليون بشدة هذه المزاعم ، ولاتوجد أدلة كثيرة على كل هذه النوايا تجاه الليطانى ، رغم مناقشة مشاريع من هذا النوع ، وقد يكون الاعتراض الرئيسى الموجه إلى هذه المزاعم هو أن كمية المياه المستغلة فى أعالى النهر تجعل الإيراد فى الجزء الأدنى من النهر لايكفى لتبرير مثل هذا المشروع الهندسى الضخم . ومع ذلك ، تظل الحقيقة الساطعة أن الليطانى هو مصدر المياه العذبة السطحى الإضافى الوحيد المتاح بالنسبة لإسرائيل ، الأمر الذى يحتم نشوب المزيد من النزاعات .

وينبع نهر العاصى أيضا من لبنان ، لكنه يسير داخله لمسافة ٣٥ كم ثم يدخل سوريا . ويبلغ متوسط إيراد العاصى ٨٠٠ مليون متر مكعب سنويا ، لكن هذا الإيراد يخضع لتقلبات حادة على مدار العام . ولاتوجد مشاريع مائية كبيرة على الجزء اللبنانى منه ، رغم أن إيراده يكفى فى الواقع لسد أى احتياجات . وفى الجزء الأوسط من مجراه ، أقامت الحكومة السورية مشروع الغاب ، الذى اكتمل الجزء الرئيسى منه فى عام ١٩٦٧ . وأدى إنشاء المشروع إلى رى حوالى ٧٠ ألف هكتار .

ويمر جزء صغير من العاصى فى تركيا لكنه لم يجتذب اهتماما كبيرا حتى الآن . وبالتالى يبدو أن النهر لن يلعب دورا كبيرا فى مستقبل الجغرافيا السياسية للمياه . ومن ناحية أخرى، ومع ازدياد حاجات تركيا من المياه ، ومع احتمال حدوث نزاعات أخرى بين تركيا وسوريا حول المياه ، يظل هناك دائما احتمال لحدوث مجابهة فى المستقبل . وعلى الطرف الآخر من الوادى، أعربت سوريا عن مخاوفها من احتمال احتلال إسرائيل للمنطقة . ومع هذا ، يعتبر حوض نهر العاصى حاليا نموذجا للتعاون ، وهو وضع استثنائى للغاية فى الشرق الأوسط إذ لايمكن التكهن مطلقا بالاضطرابات المحتملة .

أوجه أخرى للجغرافيا السياسية للمياه

تدور المنافسة على المياه الجوفية فى الخفاء . ومع ذلك ، ولأن حدود خزانات المياه الجوفية الضحلة والعميقة لاتتطابق مع الحدود السياسية ، تظل احتمالات نشوب النزاعات قائمة . وقد شهدت المنطقة الواقعة شمال غرب عُمان مثلا نموذجيا على استنزاف المياه الجوفية عبر

الحدود . إذ تتوفر فى شرق البوريمى ظروف طبيعية مثالية لتجميع المياه الجوفية ، ومع مرور السنين تحولت المنطقة إلى خزان كبير للمياه الجوفية . وفى الثمانينيات ، أدى الإفراط فى ضخ المياه فى العين (الإمارات العربية المتحدة) إلى حدوث انخفاض فى مستوى المياه تحت البوريمى، حيث سجل انخفاض قدره ٥٠ مترا فى هذه الفترة فقط ، وهناك حالات جيولوجية مماثلة فى سائر أنحاء الشرق الأوسط ، الأمر الذى يعزز احتمالات وقوع حوادث مماثلة . وقد تنشأ الصعوبات الجغرافية السياسية من الاستخدام الواسع النطاق للمياه المستخرجة من الخزانات الجوفية العميقة . وعلى سبيل المثال ، سيؤدى المشروع الضخم لضخ المياه الجوفية فى ليبيا لامحالة ، إلى الإضرار بامكانيات التنمية فى المناطق المتاخمة فى مصر [١١].

الخلاصة

يعانى الشرق الأوسط من نقص خطير فى المياه العذبة الطبيعية نظرا لندرة الأمطار ، وبالتالى انخفاض معدلات إعادة ملء المصادر المستنزفة بالمياه ، وهناك خزانات عميقة من "المياه الحفرية" ، لكن استخدامها يثير جدلا واسعا بين علماء المياه . وبالنسبة لمصادر المياه السطحية والجوفية ، يؤدى عدم تطابق الحدود السياسية مع حدودمصادر المياه إلى نشوب نزاعات فعلية ومحتملة ، وفى واقع الأمر ، يمكننا أن نتوقع بمنتهى الثقة أن المياه ستصبح فى المستقبل هى العامل الرئيسى فى المجابهات حول الحدود السياسية . وكما قال مارك توين "إن الويسكى للشرب ، لكن المياه للصراع " .

هوامش

1- G . O . Barney , The Global 2000 Report to the President.TheTechnical Report Volume Two , The Council on Environmental Quality and the Department of State , 1980 , PP . 137 - 159 .

2- J . Bodgener , "Oman Develops Skills Ancient and Modern , " The Middle East Economic Digest , 10 August 1984 , PP . 38.

3- T . Odone , "Manmade River Brings Water to The people , " Middle East Economic Digest , 10 August1984, PP .39 - 40 .

4- M. Keen , " Cheaper , Purer Water from the Sun ," Water and Sewage, 5 August 1985 , PP . S 14 - S 16 .

5- Thomas Naff and R . C. Matson, Water in the Middle East : Conflict or Cooperation (Boulder , Colo : Westview Press , 1984) , P . 236 .

6- Ibid .

7- J . A . Allan , " Irrigated Agriculture in the Development in the Middle East , The Futur , " in Agriculture Development in the Middle East, Peter Beaumont and Keith Mclachlan , eds . (New York: John Wiley and Sons , 1985) , P . 150 .

8- J . Perera , " Water Geopolitics, " The Middle East , February 1981, PP . 47 - 54 .

9- D . Whittington and K . E Haynes , " Nile Water for Whom ? " in Agricultural Development in the Middle East , Peter Beaumont and Keith Mclachlan , eds (New York : John Wiley and Sons, 1985) PP . 125 - 149 .

10- Ann Charnock , " Nile Schemes Bring Benefits and Problems , " Middle East Economic Digest , 10 August 1984 , P . 38 .

11- Odone , op . cit . , note 3 , supra .

(الجدول ١ - ١)

المياه السطحية والجوفية المتاحة

(الوحدة : نصيب الفرد سنويا بالألف متر مكعب)

البلـــد	عام ١٩٧١	عام ٢٠٠٠	زيادة السكان٪
الجزائر	٢,٢	١,٠	١١١
دول الجزيرة العربية	,٧	,٣	١٠٦
قبرص	,٠٦	,٠٥	٢٢
مصر	,١	,٠٥	١١١
إيران	٦,٠	٢,٥	١٤٥
العراق	٣,٦	١,٣	١٧٣
ليبيا	٣,٧	١,٢	١٩٨
المغرب	٢,١	,٩	١٣٢
السودان	٤	١,٩	١٠٧
سوريا	٣,٠	١,٠	١٦٥
تونس	,٩	,٤	١٢٦
تركيا	٤,٩	٢,٣	١١٨

المصدر:

G . O . Barney , The Global 2000 Report to The President . The Technical Report , Volume Two, The Council on Environmental Quality and the Department of State , 1980 , PP . 137 - 159 .

٢

النظام القانونى لحوض نهر النيل

راج كريشنا*

مقدمة

يقطع نهر النيل ٥٦١١ كم من منبعه فى بحيرة فكتوريا و ٤٥٠٠ كم من منبعه فى بحيرة تانا فى أثيوبيا إلى أن يصب فى البحر المتوسط . وتقدر مساحة حوض النيل بنحو ٣٠٣٠٧٠٠ كم٢ ويبين الجدول (٢-١) توزيع مساحة الحوض على الدول التسع التى تقع فى نطاقه .

وتستمد بحيرة فكتوريا مياهها من سبعة أنهار من كينيا ، هى أنهار كوجا وأواتش (أوكيبون) وميريو (أوسوندو) ونياندو ونزويا وسيو ويالا ، ونهرين من تنزانيا ، هما نهرا مارا وكاجيرا . ويخترق نهر كاجيرا أيضا أراضى رواندا وبوروندى ليضم هذين البلدين إلى حوض النيل .

وتنصرف مياه بحيرة فكتوريا إلى النيل فى أوغندا . ويمتد النهر بعد ذلك عبر سد شلالات أوين (١٩٥٤) ليتخلل الأراضى الأوغندية ليصب فى بحيرة كيوجو ثم يتجه غربا ليصب مجددا فى بحيرة موبوتو سيسى سيكو المعروفة سابقا باسم بحيرة ألبرت . ومن هذه البحيرة ، يتجه النيل شمالا ، يعرف هذا الجزء باسم نيل ألبرت . وفى منطقة السدود فى جنوب السودان، يعرف النهر باسم بحر الجبل ، وبدءا من مدينة ملكال ، يعرف باسم النيل الأبيض . وعند الخرطوم ، يلتقى بالنيل الأزرق الذى ينبع من بحيرة تانا فى أثيوبيا ، وعلى مسافة ١٧٤ كيلو كترا شمال الخرطوم ،يلتقى بنهر عطبرة ، الذى ينبع هو الآخر من أثيوبيا ، وبعد ذلك يمر النهر بانحناءة باتجاه الجنوب الغربى ليمتد بعدها باتجاه الشمال ليعبر الحدود المصرية عند وادى حلفا ويستمر فى السير شمالا إلى أن يصب فى نهاية المطاف فى البحر المتوسط .

ونظرا لأن المساهمات فى مياه النيل تأتى من دول مائية مختلفة ، تتباين التقديرات عند تحديد حجم هذه المساهمات ، ووفقا لتقديرات أحد الخبراء المصريين ، جمال موريس بدر، تساهم أثيوبيا بنحو ٨٤٪ من الإيراد السنوى للنيل بينما تساهم أوغندا وزائير وكينيا وتنزانيا وبوروندى ورواندا[1] بنحو ١٦٪ فقط. بينما يعتقد جارتسون أنه فى الفترة من إبريل

---

*تعكس هذه المقالة وجهة نظر كاتبها ولا ينبغى التعامل معها على أنها تعبير عن وجهة نظر البنك الدولى.

نيسان إلى سبتمر / أيلول ، يساهم النيل الأزرق بنحو ٩٠٪ وفى موسم انخفاض الفيضان لايصل الخرطوم سوى ٢٠٪ من الإيراد [٢]. ومع ذلك ، تشيرأن تقديرات كاتب آخر هو سى . أو . أوكيدى إلى أن أثيوبيا تساهم بما يتراوح بين ٧٥ و ٨٠٪ فى إيراد النيل شمال الخرطوم بينما تساهم بحيرات وسط أفريقيا [٣] بما يتراوح بين ٢٠ و ٢٥٪ ويؤيد ووتربرى وجهة النظر القائلة بأن أثيوبيا تساهم ، على مدار العام بنحو ٨٦٪ والبحيرات بنحو ١٤٪ بينما ترتفع مساهمة أثيوبيا أثناء فترة الفيضان إلى ٩٥٪ [٤] . بينما لاتساهم مصر والسودان بأى نصيب فى النيل .

وتشير التقديرات إلى أن متوسط الإيراد السنوى الذى يدخل مصر يبلغ نحو ٨٤ مليار متر مكعب . وقد استخدم هذا الرقم للإشارة إلى متوسط الإيراد السنوى فى اتفاقية عام ١٩٥٩ بين مصر والسودان . واعتمد هذا الرقم بدوره على بيانات الفيضانات فى الفترة من ١٩٠٠ إلى ١٩٥٩ ويؤكد ووتربرى أن هذا التقدير لمتوسط الإيراد السنوى يبدو متواضعا إذا قورن بايراد قرن بأكمله ١٨٨٠ - ١٩٨٠ ويشير إلى أن الفترة ١٩٠٠ - ١٩٥٩ قد اتسمت بسلسلة من الفيضانات المنخفضة وإلى وجود أدلة، وإن كانت ضعيفة، على ارتفاع جديد فى عام١٩٦٠ . وبالتالى ، يؤكد ووتربرى أن متوسط الإيراد السنوى فى المائة عام تنتهى فى عام ١٩٨٠ يبلغ ٨٩,٧ مليار متر مكعب ، أى بزيادة قدرها ٣ مليار متر مكعب سنويا عن المتوسط الوارد فى اتفاقية ١٩٥٩ .

ومن المسلم به أن مصر قد بدأت فى الرى من النيل منذ حوالى ستة آلاف عام . ولأكثر من خمسة آلاف عام أخذ هذا الرى شكل رى الحياض (أى الرى باستخدام الفيضان) . وفى القرن التاسع عشر فقط ، بدأ الرى الدائم يحل محل رى الحياض . وبدأت المشاريع الحديثة للتحكم فى المياه فى مصر ببناء قناطر دمياط وقناطر رشيد التى اكتملت فى عام ١٨٦١ . وبسبب الحاجة المتزايدة للمياه فى مواسم انخفاض الفيضان ، اكتمل بناء سد أسوان فى عام ١٩٠٢ لتوفير مليار متر مكعب من المياه ، وفى أعقاب ذلك ، شهدت مصر عملية تخطيط وبحوث مكثفة . وفى عام ١٩٢٠ ، أتمت مصر مراجعة شاملة لحاجاتها المتوقعة وكذلك حاجات السودان واقترحت خمسة مشروعات لتلبية هذه الحاجات ، ونظرا لتعرض هذا التقرير لانتقادات حادة فى مصر ، تم فى عام ١٩٢٠ تعيين لجنة تكونت من ثلاثة أعضاء ، واحد رشحته حكومة الهند (رئيس اللجنة) ، وواحد رشحته جامعة كمبريدج وآخر رشحته الحكومة الأمريكية . لكن اللجنة لم تتوصل إلى اتفاق حول الأساس الذى سيعتمد عليه تقريرها . وفى

عام ١٩٢٥ ، عينت لجنة جديدة ، تكونت من ممثل عن الحكومة المصرية ، وممثل عن الحكومة البريطانية ، ومهندس هولندى . وقادت توصيات هذه اللجنة إلى اتفاقية مياه النيل فى عام ١٩٢٩ .

وفى عام ١٩٣٥ ، توصلت مصر والسودان إلى اتفاق حول إقامة مشروع سد عند بحيرة تانا ، وتم تعديله فى عام ١٩٤٦ ، لزيادة الطاقة إلى ٢٥ - ٣٠ مليار متر مكعب . ولم تحقق هذه الاتفاقيات تقدما كبيرا ، حيث لم تتقدم أثيوبيا بأى اقتراحات فى هذا الصدد. ومع ذلك ، حققت مصر نجاحا أفضل مع شلالات أوين فى أوغندا . فوفقا للاتفاقية التى تمت بين مصر والمملكة المتحدة ، كان من شأن بناء سد شلالات أوين أن يؤدى إلى ضمان ألا يقل إيراد بحيرة فكتوريا عن ٤٤ مليار مكعب يوميا .

وبعد الحرب العالمية الثانية ، طرحت مصر العديد من الاقتراحات لإدخال تطويرات واسعة على النهر. وكان للرئيس عبد الناصر سبق إعلان اقتراح مصر بناء السد العالى عند أسوان . وكان من المتوقع أن يؤدى إنشاء هذا السد إلى استصلاح مليونى فدان (٤٨٠ ألف هكتار) فى مصر وتحويل ٧٠٠ ألف فدان (٢٩٤ ألف هكتار) إلى الرى الدائم ، وأن تتجاوز الطاقة الكهربائية المتولدة من المشروع أربعة مليارات كيلووات / ساعة .

لكن الحكومة السودانية اعترضت على المشروع مستندة إلى حجج متباينة ، وبعد مفاوضات شاقة وطويلة ، وقعت مصر والسودان فى عام ١٩٥٩ اتفاقية مهدت الطريق لبناء السد العالى .

المعاهدات والترتيبات المتعلقة بالنيل

دخلت المملكة المتحدة فى عدة معاهدات مع أطراف أخرى حول النيل . وقد تم التأكيد على أن هذه المعاهدات " ذات هدف مشترك يضمن الاعتراف بمبدأ يتلخص فى أنه لايحق لأى من دول أعالى النيل التدخل فى تدفق النهر ، خاصة إذا كان هذا يلحق الضرر بمصر " (٥). وفيما يلى بعض هذه الترتيبات والمعاهدات .

١- وقعت إيطاليا والمملكة المتحدة بروتوكول فى ١٥ إبريل / نيسان ١٨٩١ . ونصت المادة الثالثة من هذا البروتوكول على مايلى : " تتعهد حكومة إيطاليا بعدم بناء منشآت للرى أو أى منشآت أخرى قد تؤدى إلى إحداث أى تغيير ملموس فى تدفق مياهه إلى نهر النيل".

٢- ومن بين المعاهدات الأخرى المتعلقة بالنهر هناك معاهدة وقعتها أثيوبيا والمملكة المتحدة في ١٥ مايو / آيار ١٩٠٢ حول الحدود بين السودان الأنجليزى المصرى - Anglo Egyptian Sudan وأثيوبيا وأريتريا البريطانية ، ووفقا للمادة الثالثة ، تعهد امبراطور أثيوبيا " بعدم بناء أو السماح ببناء أى منشآت على النيل الأزرق ، أو بحيرة تانا أو نهر السوباط قد تؤدى إلى إعاقة تدفق مياهها إلى النيل إلا بالاتفاق مع حكومة صاحب الجلالة ملك بريطانيا وحكومة السودان " .

٣- أما المعاهدة التى وقعتها المملكة المتحدة مع دولة الكونغو المستقلة فى ٩ مايو / آيار ١٩٠٦ لـ "تعديل مناطق نفوذهما فى شرق ووسط أفريقيا " فتنص على تعهد حكومة دولة الكونغو المستقلة بعدم بناء ، أو السماح ببناء ، أى منشآت على أو قرب نهرى سيمليكى وإزانجو قد تؤدى إلى تقليص حجم المياه التى تصب فى بحيرة ألبرت ، إلا بالاتفاق مع الحكومة السودانية (المادة الثالثة) .

٤- وانعكس الاهتمام بمصالح مصر أيضا فى الاتفاقية الثلاثية التى وقعتها بريطانيا العظمى وفرنسا وإيطاليا فى ١٣ إبريل / نيسان ١٩٠٦ وفى إعلانات لندن ، وكذلك فى تبادل المذكرات بين إيطاليا والمملكة المتحدة فى روما عام ١٩٢٥ .

٥- وكانت اتفاقية مياه النيل (١٩٢٩) ، التى أخذت شكل تبادل المذكرات بين المملكة المتحدة ومصر، بمثابة علامة بارزة فى تاريخ نهر النيل. ومن بين أبرز فقرات الاتفاقية ما يلى:

لن يتم بناء منشآت للرى أو الطاقة أو اتخاذ أى إجراءات أخرى على نهر النيل أو فروعه ، أو على بحيرات المنبع ، سواء فى السودان أو فى أى بلدان أخرى تخضع للإدارة البريطانية ، قد تلحق الضرر بالمصالح المصرية ، أو تؤدى إلى تقليص كمية المياه التى تتصل مصر ، أو تغيير مواعيد وصولها ، أو تقليل مستواها ، إلا باتفاق مسبق مع الحكومة المصرية .

وأضافت اتفاقية ١٩٢٩ النص على ضرورة إشراف الحكومة المصرية المباشر على بناء هذه المنشآت ، واتفق أيضا على ضرورة اتفاق الحكومة المصرية مع الحكومة المحلية فى السودان حول إجراءات حماية المصالح المحلية قبل تشييد هذه المنشآت .وهكذا ، تساهم اتفاقية ١٩٢٩ مساهمة بارزة فى النظام القانونى للنيل ، فهى أولا ، أظهرت اعتراف الأطراف المعنية بمبدأالحقوق المكتسبة . حيث كان إصرار مصر على الاعتراف بحقوقها الطبيعية والتاريخية العنصر الأكثر أهمية فى معالجة السياسة المصرية لقضية مياه النيل . وثانيا ، حظى مبدأ التوزيع العادل equitable Sharing أيضا بالاعتراف . ومن ثم ، احتفظت الاتفاقية بكل

التدفق الطبيعي للنيل أثناء موسم التحاريق*.. من ١٩ يناير / كانون الثانى إلى ١٥ يوليو. تموز (عند سنار) .. لاستخدام مصر . ومن ناحية أخرى ، منحت الاتفاقية السودان الحق فى قدر مناسب من المياه التى يحتجزها سد سنار من مياه الصيف الفائضة .

٦- أدخلت ثلاث إضافات على نظام النيل حددته اتفاقية ١٩٢٩ : المرة الأولى ، من خلال اتفاقية التعويض (جبل الأولياء) فى عام ١٩٣٢ ، ثم من خلال اتفاقية أخرى متعلقة بهذا السد ، وأخيرا من خلال الإعلان المصرى فى عام ١٩٤٩ . وجاء فى أعقاب هذه الإضافات اتفاقية أخرى فى عام ١٩٥٢ حول سد الشلال الرابع ، ونص هذه الاتفاقية غير متوفر ، ولكن بعض المراجع أشارت إليه .

٧- ومن بين الاتفاقيات التى سبقت الاتفاقية المصرية السودانية فى عام ١٩٥٩ نذكر الاتفاقية بين إيطاليا والمملكة المتحدة فى عام ١٩٢٥ التى منحت بريطانيا الحق فى بناء قناطر عند بحيرة تانا وكذلك الاتفاقية المتعلقة بسد شلالات أوين على بحيرة فكتوريا . ومن الجدير بالذكر أن النظام القانونى للنيل قد فشل فى الامتداد إلى أثيوبيا رغم نجاحه فى الامتداد إلى أوغندا .

٨- كانت اتفاقية ١٩٥٩ بين مصر والسودان بمثابة ذروة محاولات إقامة نظام دقيق للنيل بين الدولتين . وفيما يلى بعض ملامح هذه الاتفاقية .

- حدد العنوان الاتفاقية بأنها من أجل " الاستفادة الكاملة من مياه النيل" ، الأمر الذى يكشف بجلاء أن اتفاقية ١٩٢٩ " نظمت فقط الاستخدام الجزئى للنهر الطبيعى " .
- لم تبطل هذه الاتفاقية أو تلغ اتفاقية عام ١٩٢٩ .
- اعترفت الاتفاقية بالحقوق المكتسبة للطرفين ، حيث مثلت كميات المياه التى استفادت منها مصر فعليا حتى تاريخ توقيع الاتفاقية الحق المكتسب لمصر وتحدد هذا الحق بمقدار ٤٨ مليار متر مكعب سنويا . وتحدد حق السودان المكتسب بمقدار ٦ مليار متر مكعب سنويا .

---

* موسم التحاريق Low Season : موسم انحسار الفيضان فى نهر النيل ويقل فيه منسوب النهر إلى أدنى درجاته (م) .

- وافقت السودان على بناء السد العالى عند أسوان، وسمحت مصر باستغلال سد الرصيرص على النيل الأزرق أو أى منشأة أخرى تعتبرها السودان ضرورية لاستغلال نصيبها .
- قدرت الزيادة الصافية الناجمة عن بناء السد العالى ، التى حسبت بعد خصم الحقوق المكتسبة للطرفين بالإضافة إلى الفقد الناتج عن التخزين ، بنحو ١٠ مليار متر مكعب ووزعت بين الدولتين المائيتين ، وقدر إجمالى الزيادة بنحو ٢٢ مليار متر مكعب ، كان نصيب مصر منها ٧,٥ مليار والسودان ١٤,٥ مليار متر مكعب . وهكذا ، يبلغ حجم الكمية المخصصة لمصر ٥٥,٥ مليار متر مكعب والسودان ١٨,٥ مليار متر مكعب . وتتقاسم الدولتان بالتساوى أى زيادة فى الإيراد الصافى نتيجة لزيادة متوسط الإيراد السنوى البالغ ٨٤ مليار متر مكعب .
- وافقت السودان على تقديم قرض مائى لمصر من نصيبها لتمكين مصر من تلبية حاجات التوسع الزراعى ، مع الاشتراط على ألا يتجاوز هذا القرض ١,٥ مليار متر مكعب وعلى أن تتوقف الاستفادة منه فى نوفمبر / تشرين الثانى ١٩٧٧ . لكن من المرجح أن الاستفادة من هذا القرض قد استمرت بعد نوفمبر / تشرين الثانى بفترة طويلة .
- ونصت الاتفاقية كذلك على أن تقدم مصر للسودان تعويضا قدره ١٥ مليون جنيه مصرى .
- وافقت السودان على تنفيذ مشاريع لزيادة مياه النيل ، بالاتفاق مع مصر ، من خلال تقليل الفاقد من المياه فى مستنقعات بحر الجبل ، وبحر الزراف وبحر الغزال وروافدهم ، ونهر السوباط وفروعه ، وحوض النيل ، ونصت الاتفاقية كذلك على تنفيذ مصر لمشاريع ترمى إلى زيادة مياه النيل فى الأوقات التى لاتحتاج السودان فيه إلى أى موارد إضافية .
- تقرر إنشاء "الهيئة الفنية الدائمة المشتركة لمياه النيل " ، تضم عددا متساويا من ممثلى الدولتين .
- وهناك فقرة هامة فى الإتفاقية تتعلق بسياق عمل محدد للتعامل مع الدول المائية الأخرى ومع العواقب التى قد تترتب على أى مطالب للدول المائية الأخرى . وتقول هذه الفقرة:

١- فى حالة ظهور أى مشكلة حول مياه النيل تحتاج إلى مفاوضات مع حكومات أى دول مائية غير جمهورية السودان والجمهورية العربية المتحدة ، ستتفق الجمهوريتان مسبقا على وجهة نظر موحدة تتفق مع التحقيقات التى ستقوم بها الهيئة حول المشكلة . وستشكل وجهة النظر الموحدة هذه أساس التعليمات التى ستتبعها الهيئة فى المفاوضات مع الحكومات المعنية .

وإذا أدت هذه المفاوضات إلى الاتفاق على بناء منشآت على النيل فى أقاليم خارج الجمهوريتين ستتحمل الهيئة المشتركة الدائمة مسؤولية الاتصال بالسلطات المعنية فى هذه الأقاليم من أجل وضع التفصيلات الفنية المتعلقة بالتنفيذ وكذلك ترتيبات العمل وصيانة المنشآت محل البحث . وبعد الاتفاق حول هذه النقاط مع الحكومات المعنية ، ستشرف الهيئة على تنفيذ الفقرات الفنية فى تلك الاتفاقيات .

٢- ونظرا لمطالبة بلدان مائية أخرى على النيل إلى جانب جمهورية السودان والجمهورية العربية المتحدة بحصة من مياه النيل ، توافق الجمهوريتان على أن تدرسا معا هذه المطالب وأن تتبنيا وجهة نظر موحدة منها . وإذا أسفرت هذه الدراسات عن احتمال منح جزء من مياه النيل إلى واحد أو أكثر من هذه الأقاليم ، سيتم خصم هذه الكمية ، مقدرة عند أسوان ، بالتساوى من حصة كل من الجمهوريتين .

وستتولى الهيئة الفنية الدائمة المشتركة لمياه النيل وضع ترتيبات مع السلطات المعنية فى الأقاليم الأخرى حول ضبط ومراقبة استهلاك الكميات المتفق عليها من مياه النيل.

اتفاقية المسح المائى لبحيرات فكتوريا وكيوجا وألبرت

فى عام ١٩٥٠ ، اتفقت مصر وبريطانيا على التعاون فى المسح المائى والهيدرومترولوجى لبحيرة فكتوريا (تبادل المذكرات فى عام ١٩٥٠) وكان هناك بعض الاتصالات بين اللجنة الفنية المصرية السودانية المشتركة للنيل ولجنة تنسيق مياه النيل فى شرق أفريقيا ، التى تكونت من ممثلين لكينيا وأوغندا وتنجانيقا سابقا . وكانت فكرة الاجتماع هى مناقشة إيراد خزان شلالات أوين ، ومستقبل تخزين المياه فى بحيرة فكتوريا وبحيرة ألبرت ، وحاجات بلدان أفريقيا لرى منطقة مصبات البحيرة . وفى عام ١٩٦١ ، طلبت بلدان شرق أفريقيا الثلاثة من برنامج المساعدات التقنية التابع للأمم المتحدة تقديم العون لعملية المسح الهيدرومتيورولوجية لمنطقة حوض بحيرة فكتوريا ، وقدم تقرير إلى الحكومات الثلاث فى عام ١٩٦٣ . ومع اقتناع الدول الثلاث بضرورة إجراء المزيد من الدراسات على مناطق حوض

بحيرتى كيوجا وألبرت ، وجهت الدعوة إلى مصر والسودان لبحث الأمر . ونتيجة لذلك ، أعد ممثلو الدول الخمس اقتراحا فى عام ١٩٦٥ من أجل إجراء مسح هيدرومتيورولوجى للبحيرات الثلاث ووقعوا خطة عمل فى أغسطس / آب ١٩٦٧ مع برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة . وتولت منظمة الأرصاد العالمية تنفيذ المشروع ، وأدت المشاورات اللاحقة مع رواندا وبوروندى إلى امتداد منطقة عمل المشروع لتغطى مناطق مصبات بحيرة فكتوريا فى هاتين الدولتين . ومن بين التطورات البارزة الأخرى ، تجدر الإشارة إلى اتفاقية إنشاء منظمة إدارة وتطوير حوض نهر كاجيرا . وكانت بوروندى ، ورواندا وتنزانيا قد وقعت على هذه الاتفاقية فى عام ١٩٧٧ . وتتمتع هذه المنظمة بسلطات واسعة للغاية . وتعد بمثابة رافعة لتطوير النهر فضلا عن كونها هيئة تنظيمية ، وانضمت أوغندا إلى المنظمة فى مايو / آيار ١٩٨١ [٦].

الخلاصة

يبين هذا المسح الموجز عدم وجود اتفاقية تربط كل الدول المائية فى الحوض . وعلاوة على ذلك ، من المرجح أن تؤدى زيادة السكان فى السودان ومصر والزيادة المترتبة على ذلك فى الطلب على المياه إلى الحاجة إلى مراجعة طريقة توزيع الحصص التى التى حددتها اتفاقية ١٩٥٩ . وتعرض مشروع قناة جونجلى فى السودان ، الذى يرمى إلى تقليل الفاقد من مياه النيل فى المستنقعات ، لهجوم متزايد من جانب أنصار البيئة ، ويزعم منتقدو المشروع أنه سيؤدى إلى تغيير المياه وأنماط سقوط المطر فى جنوب السودان وسيتسبب فى حدوث فيضان لنهر السوباط فى أثيوبيا . ولتجنب حدوث مثل ذلك الفيضان ، سيتعين على أوغندا التحكم بدرجة أكبر فى إيراد شلالات أوين ، وهو ما قد يؤدى بدوره إلى المزيد من الخسائر ، كما حدث فى الفترة من ١٩٦١ وحتى عام ١٩٦٤ ، حينما ارتفع مستوى بحيرة فكتوريا فجأة بنحو ٢,٥ متر .

وفى عام ١٩٧٦ ، أوردت الصحف تقارير عن عزم مصر تنفيذ خطة لاستصلاح حوالى ٣٢٤ ألف هكتار من الأراضى الصحراوية فى منطقة القناة وسيناء . وبدأت مصر بالفعل فى ضخ المياه من خلال أنابيب تحت قناة السويس إلى سيناء لرى الصحراء ، وتشير تقديرات أحد التقارير إلى أنه سيتم نقل ١,٥ مليون متر مكعب من مياه النيل إلى سيناء لزراعة ١٢١٥٠ هكتار . وفى عام ١٩٨١ ، قيل إن الرئيس السادات عرض على رئيس الوزراء مناجم بيجين مد القدس بمليون متر مكعب من مياه النيل يوميا فى مقابل حل المشكلة الفلسطينية وتحرير القدس . ولاتزال المشاريع المستقبلية للاستفادة من مياه النيل فى دول شرق أفريقيا .. أثيوبيا

وروانـدا وبـوروندى وزائـير .. غير معلومة بصورة يقينية . وفيما يتعلق بالبلدان الواقعة حول بحيرة فكتوريا ، خاصة كينيا وتنزانيا ، لمح أوكيدى إلى هذه البلدان " قد تكون لها مجموعة من المصالح المتفردة فى البحيرة يمكن أن تتوازن مع مصالح دول الحوض الأدنى للنهر ، خاصة السودان ومصر ، عند أى محاولة لصياغة نظام قانونى جديد لمياه بحيرة فكتوريا والنيل"(٧).

ولايمكن الانتهاء من مناقشة المشاكل والآفاق المستقبلية المتعلقة بالنيل دون الإشارة إلى إثيوبيا ، التى وصفها ووتربرى بأنها " المجهول الكبير " .إذ يحصل جيران إثيوبيا على نحو ١٠٠ مليار متر مكعب من المياه سنويا من إثيوبيا . "ولاتصدر إثيوبيا المياه فقط ، لكنها تصدر كذلك الطمى الخصب الذى كان سببا لازدهار الزراعة فى السودان ومصر ، وتمثل ثمن ذلك فى تآكل خطير وغير قابل للتعويض فى الهضبة الأثيوبية . وتشير التقديرات إلى أن الأمطار تجرف أحيانا ٢٠٠٠ طن كم٢ سنويا من الهضبة ... وقد ترسب هذا الطمى ، على مدار آلاف السنين ، فى المنطقة المنبسطة المحصورة بين النيلين الأبيض والأزرق وفى دلتا النيل فى مصر . وفى الفترة الماضية ، ترسبت مليارات الأمتار المكعبة من الطمى فى خزانات سدود الرصيرص وسنار وخشم القربة وعند أسوان (٨).

ومما لاشك فيه أن إثيوبيا تتمتع بموقع بارز على النيل وينطوى موقعها على أهمية فائقة بالنسبة للمستقبل . كما أشرنا سابقا ، فان الاتفاقية الإيطالية البريطانية فى عام ١٩٢٥ تمنح المملكة المتحدة الحق فى بناء سد على بحيرة تانا . وقد رفضت إثيوبيا هذه الاتفاقية وقدمت احتجاجا عليها لعصبة الأمم فى عام ١٩٢٥ . ويؤكد سيد حسنى أن كل الأطراف اتفقت فى آخر الأمر على أن الاتفاقية غير ملزمة بالنسبة لأثيوبيا ، وأسقطت القضية (٩). وقامت إثيوبيا ، من جانبها ، بمنح امتياز بناء السد لشركة أمريكية ، وكان رد فعل الحكومة البريطانية إزاء المشروع الإثيوبى عنيفا ، وأجرت شركة وايت الهندسية ، التى يوجد مقرها فى نيويورك ، الدراسات الهندسية فى الفترة من عام ١٩٣٠ وحتى ١٩٣٤ . وفى مايو / آيار ١٩٣٥ ، اقترحت إثيوبيا رسميا المشروع على مصر والسودان والمملكة المتحدة ، لكن الحكومة البريطانية أحبطت المشروع . وفى الفترة من ١٩٥٨ إلى ١٩٦٣ ، أعدت إدارة استصلاح الأراضى التابعة للحكومة الأمريكية مسحا للنيل الأزرق ونشرت نتائجه فى سبعة عشر مجلدا. وفى عام ١٩٧٧ ، أعلنت إثيوبيا أنها ستقوم على المدى القصير بتنفيذ مشروع لرى ٩٢ ألف هكتار فى حوض النيل الأزرق و ٢٨٤٠٠ هكتار فى حوض نهر البارو ، وقد تصل كمية المياه المستقطعة على المدى المتوسط إلى أربعة مليارات متر مكعب سنويا .. ومن الممكن أن تؤدى الاستخدامات الأخرى للمياه إلى تقليص إيراد النيل الأزرق عند الحدود

السودانية بنحو ٤,٥ مليار متر مكعب . ويؤكد ووتربرى إن هذا " لو حدث فى مطلع الستينيات لكان من الممكن أن يؤدى إلى نقص شديد فى الموارد المائية لمصر والسودان . لكن هذا النقص قد يعنى اليوم وضعا أقرب إلى الكارثة " (١٠). وفى مطلع الثمانينيات ، تبادلت إثيوبيا ومصر انتقادات حادة . إذ قيل إن إثيوبيا اتهمت مصر باساءة استخدام نصيبها من مياه النيل من خلال تحويل جزء منه إلى سيناء لكى تستخدمه إسرائيل فى المستقبل ، لكن الرئيس السادات ورئيس الأركان المصرى حذرا إثيوبيا من القيام بأى تحركات ضد مصر . وقال الرئيس السادات " إننا لانحتاج إذنا من إثيوبيا أو الاتحاد السوفيتى لكى ننقل مياهنا ... وإذا قامت إثيوبيا بأى إجراء يعرض للخطر حقنا فى مياه النيل ، فلن يكون أمامنا خيار آخر سوى استخدام القوة . فالعبث بحقوق أمة فى المياه هو عبث بحياتها ذاتها وقرار دخول الحرب على قضية من هذا النوع أمر لاخلاف عليه فى المجتمع الدولى " (١١).

وتشير تقديرات خارطة مصر المائية .. وهو مشروع مشترك بين مصر وبرنامج التنمية التابع للأمم المتحدة والبنك الدولى .. إلى أن الطلب على المياه سيصل إلى ٦٣,١ مليار متر مكعب سنويا بحلول عام ٢٠٠٠ على أساس استصلاح ٤٢ ألف هكتار من الأراضى سنويا فى الفترة ن ١٩٨٠ إلى عام ٢٠٠٠ . ومن ناحية أخرى ، يتوقع ووتربرى أن يصل الطلب على المياه فى مصر إلى ٧٣ مليار متر مكعب سنويا فى عام ١٩٩٠ ، والمتاح منها ٦٨,٩ مليار ، أى أن العجز يقدر بنحو ٤,١ مليار متر مكعب . وتعتمد كل هذه التقديرات على عدة عوامل تتضمن : قناة جونجلى ١ ,٢ (١٢) ، ومستقبل استغلال النيل فى السودان ، ومعدلات التوسع العمرانى التى تؤثر على الأراضى القديمة فى مصر ومعدل استصلاح الأراضى الجديدة ، واستغلال المياه فى أثيوبيا . وفى عام ١٩٨٣ ، أوصى فوجيكا بيفجيفتش باضافة عدد صغير من المشاريع الضخمة إلى جانب عدد كبير جدا من المشاريع الصغيرة على النيل ، ويقول بيفجيفتش " وبدون أخذ بلدان أعالى النيل الأخرى فى الحسبان ، سنجد أن مصر والسودان تمتلكان مساحة من الأراضى الخصبة والصالحة للزراعة يحتاج ريها إلى كميات من المياه أكبر من حصتيهما فى مياه النهر " (١٣).

ويمكن اعتبار عدم وجود اتفاقية نيلية واحدة تجمع كل دول الحوض أحد الأوجه المعوقة الأخرى . وفيما عدا اتفاقية عام ١٩٥٩ بين السودان ومصر ، تتعرض كل الاتفاقيات والترتيبات القائمة لانتقادات من أطراف عديدة ، ويؤكد جودانا ، الذى بحث هذا الوجه بشىء من التفصيل ، على ما يلى :

اعترفت السودان بـ " الحقوق التاريخية " لمصر ، التى حددتها اتفاقية ١٩٥٩ بمقدار ٤٨ مليار متر مكعب ... وتبدو وجهات نظر دول أعالى النيل مختلفة . فأثيوبيا لاتعترف ، ببساطة ، بأى اتفاقية قائمة أو أى التزامات أخرى تمنعها من التصرف كما تشاء فى مياه النيل فى أراضيها ، ومما لاشك فيه أنه لاتوجد التزامات لرواندا وبوروندى خارج نطاق العرف. وكينيا وأوغندا وتنزانيا ... ترفض جميعها نظرية الواجب الأبدى ، الذى فرضته اتفاقية ١٩٢٩ ، بعدم التدخل فى تدفق مياه النيل بما يلحق الضرر بمصر دون موافقة الأخيرة . لكن هذه الدول قبلت ، كاجراء مؤقت ، الالتزام بهذا الواجب إلى أن يتم التوصل إلى اتفاقية لتقسيم مياه النيل أكثر عدلا وشمولا . ويبدو أن زائير تتخذ موقفا مماثلا ، واجمالا ، لاتتفق دول حوض النيل الأعلى مع وجهة نظر دول الحوض الأدنى حول الطبيعة الأبدية للنظام الحالى [١٤].

ويمكن أيضا تمييز اتجاه بين خبراء العلاقات الدولية الأفارقة يعتبر النظم القانونية الحالية من مخلفات اتفاقيات " العهد الاستعمارى" ، التى " تجاهلت تماما مصالح دول الحوض الأعلى، ويعتبرها بالتالى " لاسند لها " [١٥]. وقد لايتفق كل المسؤولين مع وجهات النظر هذه. بالاضافة إلى ذلك ، يفرض القانون الدولى التزامات معينة على الدول المائية الواقعة فى الحوض الأعلى وكذلك على دول الحوض الأدنى .

وربما لاتكون الصورة بنفس القتامة التى كثيرا ما تُصور بها . فقد أظهرت الدول الأفريقية، بشكل عام ، الكثير من بعد النظر فى تعاملها مع أنهارها الدولية بالمقارنة مع حالات مشابهة فى أنحاء أخرى من العالم ، وشارك ممثلون عن بلدان حوض النيل (باستثناء إثيوبيا) فى المسح الهيدرومتريولوجى الذى أشرنا إليه سابقا ، وكان ممثلو بلدان النيل قد اجتمعوا أيضا فى إطار ندوة بلدان حوض النيل التى نظمها برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة فى بانجوك فى يناير / كانوب الثانى ١٩٨٦ . ووافق المشاركون فى الندوة (باستثناء إثيوبيا) على التوصيات التالية :

١- إن تعاون البلدان المائية فى اقتسام الموارد المائية بما يخدم الجميع على أساس العدالة المشتركة من أجل التنمية الفعالة لحوض النيل أمر جوهرى تماما .

٢- ينبغى أن تكون المعالجة التى ستتبناها بلدان الحوض من أجل التطوير الشامل للموارد المائية للحوض معالجة فعالة تتلاءم مع الحاجات الخاصة لبلدان حوض النيل .

٣- ينبغى القيام بتحرك فى أسرع وقت من أجل تشجيع وترسيخ تعاون إقليمى فعال بين بلدان حوض النيل .

٤- يدعو ممثلو بلدان حوض النيل برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة لتقديم المساعدة اللازمة لدراسة واقتراح وإقامة آلية مناسبة للتعاون الفعال بين بلدان النيل من أجل الاستفادة من الموارد المائية للنيل .

٥- ودعا ممثلو بلدان حوض النيل أيضا برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة لكى يلعب دور المحفز لعملية تعبئة وتنظيم المساعدات من هيئات المنح الثنائية الدولية لدعم عملية تطوير النيل .

٦- وأوصى ممثلو بلدان حوض النيل برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة بمد مساعدته لبرنامج تجميع المعلومات والبيانات الخاصة بحوض النيل ليشمل إثيوبيا .

٧- ينبغى أن تجتمع بلدان حوض النيل بشكل دورى على المستوى الوزارى المناسب للتشاور لتعزيز التعاون القائم بين الدول المائية وضمان التخطيط الفعال لبرنامج تطوير حوض النيل وتطبيقه .

ومن أجل تحقيق هذا ، أوصت الندوة برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة بتنظيم اجتماع بين بلدان حوض النيل ، فى أقرب فرصة ممكنة ، من أجل بحث اقتراحات ملموسة لإنشاء آلية تنسيق تقنية لمساعدة الدول المائية فى تخطيط برنامج تطوير حوض النيل وتطبيقه .

ومن الجدير بالذكر أن اقتراحا قد طرح مؤخرا لانشاء لجنة لحوض النيل تضم كل البلدان المائية التسعة (١٦). واعتبر هذا الاقتراح حوض نهر النيل " وحدة مائية " ، وتشير صياغة الاقتراح إلى " أفضل استفادة من مياه حوض النيل دون الإضرار بالحقوق القائمة (كذا) للدول الأعضاء المعنية" . ويبدو أن هذه الفقرة تشمل حقوق مصر التاريخية . وقد منح الاقتراح لجنة حوض النيل وظائف تنظيمية فضلا عن دور محدود فى تطوير الحوض . ومن ثم ، تفوض اللجنة القيام " باجراءات لضبط مياه النهر وإيراده " . ويحق للجنة أن يكون لها سكرتارية تنفيذية . ورغم أن تشكيل اللجنة مجرد اقتراح ، إلا أنه يمثل ، مع ذلك ، نقطة مضيئة فى درب طويل وشاق .

وعلى عكس الأنهار التى أطلق عليها البعض إسم " أنهار الأسف" ، بسبب الفيضانات ، والتغيير فى مجراها ، والدمار الذى سطرته ، وصف السير وليام ويلكوكس النيل بأنه أكثر أنهار العالم تهذيبا most gentlemanly (١٧). ولايوجد سبب يدعو إلى الاعتقاد بأن دول النيل ستحل المشكلة بطريقة لاتنسجم مع مزاج النهر .

ملاحظات

١- G. M .Badr , " The Nile Waters Question : Background and Recent Development " # 15 Egyptian Review of International Law , (1959) PP . 94 -95 . For Other Egyptian estimates , see Albert H . Garretson ,"The Nile River System ,"Proceedings of the American Society of Internatinal Law at its Fifty - Fourth Annual Meeting held at Washington , D . C . , April 28 - 30 , 1960 , (1960) P . 136 .

٢- Albert H . Garretson , " The Nile Basin , " in A . H . Garretson and R . D . Hayton , The Law of International Drainage Basins (New York : Oceana Publicational , Inc, 1967) PP . 265 - 259 .

٣- C . O . Okidi , " Legal and Policy Regime of Lake Victoria and Nile Basins , " # 20 Indian Journal of International Law , (1980) , PP . 395 - 399 .

٤- John Waterbury , Hydropolitics of the Nile Valley (Syracuse University Press , 1979) P . 23 .

٥- B . A . Godana , Africa's Shared Water Resources : Legal and Institutional Aspects of the Nile , Negev and Senegal Rever Sestems , (London : Frances Pinter ,1985) P.197 .

٦- Accession de L'ouganda a L'Accord Portant création de L'organization Pour L'amenagement et le développement du bassin de la riviere Kagera . Bujumbura , Le 19 Mai 1981 . United Nations , Natural Resources Water Series No . 13 , TreatiesConcerning the Utilization of International Water Courses for Other Purposes than Navigation , Africa , (New York , 1984) P . 70 .

٧- C . O . Okidi , op . cit . , note 3 , Supra at P . 401 .

٨- John Waterbury , " Riverains and Lacustrines: Toward International Cooperation in the Nile Basin , " Discussion Paper No . 107 , (September 1982) P . 84

٩- Sayed Hosni " The Nile Regime , " Egyptian Review of International Law , # 17 , P . 70 and PP . 89 - 90.

١٠- Waterbury , op . cit , note , 8 , Supra . , P . 90 .

١١- Egypt : Threat to Nile Water , " African Recorder , Vol . 19 , No . 14 , (14 July" 1980) PP . 5 and 396 .

١٢- يرمى شروعا جونجلى ١ ، ٢ إلى استقطاب الفاقد من مياه النيل فى مستنقعات جنوب السودان وتضمن مشروع جونجلى شق قناة لتجميع الفيضان من نقطة انطلاقها عند جونجلى وصبها فى النيل الأبيض ، راجع :

Garretson , op . cit , note 2 , Supra . , PP .272 - 273 .

وقد عانى مشروع جونجلى ١ من تأخر انطلاقه ومن تقلبات عديدة . راجع :

Waterbury , op . cit . , note 4 , Supra . , PP . 76 - 77 and 215 .

وأدى الوضع السياسى فى الجنوب إلى توقف العمل فى القناة . ويؤدى إنشاء القناة ، وفقا للتقديرات ، إلى توفير ٤,٨١ مليار متر مكعب من المياه لكل من مصر والسودان .

راجع : See Waterbury , op . cit . note 8 , P . 36 .

ويوفر مشروع جونجلى ٢ ، وهو المرحلة الثانية لمشروع جونجلى ١ ، لكل من البلدين ٤,٢ مليار متر مكعب من المياه . وكان من المخطط أصلا أن ينتهى مشروع جونجلى ٢ بحلول عام ١٩٩٥ .

١٣- Vujica Yevjevich , " The Nile River Basin : Hardcore and softcore Water Projects Water International # 8 (1983) PP . 23 and 33 .

١٤- Godana , op . cit . note 5 , supra . P . 197 . Ibid , P . 199 .

١٥- اطلع المؤلف على مشروع اقتراح إنشاء لجنة حوض النيل من خلال الأستاذ نجيب مكى ، عضو الهيئة الفنية الدائمة المشتركة لمياه النيل فى عام ١٩٨٦ . ويبدو أن الاقتراح يستند إلى الاقتراح الذى طرح فى عام ١٩٧٢ .

وأشار إليه ووتربرى . راجع : See Waterbury , op . cit , note 8 , Supra . , PP . 129 et seg .

١٧- A . I . Baddour , Sudanese - Egytian Relations : A Chronological and Analytical Study , (The Hague : M . Nijhoff , 1960) P . 201 .

الجدول (٢-١)

توزيع حوض النيل

البلـــــد	كم٢	٪ من الحوض
السودان	١١٩٠٠ ٠٠٠	٦٢,٧
إثيوبيا	٣٦٨ ٠٠٠	١٢,١
مصر	٣٠٠ ٠٠٠	٩,٩
أوغندا	٢٣٢ ٠٠٠	٧,٧
تنزانيا	١١٦ ٠٠٠	٣,٨
كينيا	٥٥ ٠٠٠	١,٨
زائير	٢٣ ٠٠٠	,٨
رواندا	٢١ ٥٠٠	,٧
بوروندى	١٤ ٥٠٠	,٥

المصدر :

Register of International Rivers , Prepared by the Center for Natural Resources, Energy and Transport of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations (Pergamon Press , (1978) P. 5 .

٣

مياه حوض نهر الأردن : تحدى التسعينيات

سليج تويتبلات

سيواجه عدد من بلدان الشرق الأوسط نقصا خطيرا فى المياه خلال التسعينيات . بل وستشهد البلدان التى لن تعانى من نقص المياه العديد من المشاكل المتعلقة بامدادت المياه والتصرف فى فاقد المياه . وستجابه المنطقة بأسرها تحديا يتمثل فى الإدارة الرشيدة لمصادر المياه وتطويرها .

وفى حوض نهر الأردن ، كانت ندرة المياه ثقيلة الوطأة على الحياة اليومية للمنطقة منذ عصور ما قبل التاريخ . وبسبب نقص المياه ، كان التوزيع العادل للمياه بين الدول المائية فى الحوض أمرا بالغ الصعوبة . وفى السنوات الأخيرة ، لم يحدث أى تطوير حقيقى لمصادر المياه السطحية - رغم وجود إمكانية لتحقيق ذلك من الناحية التقنية .. ويعود هذا أساسا لأسباب سياسية مرتبطة بنزاع الشرق الأوسط .

وتمثل المياه أحد المقومات الأساسية للتنمية الزراعية والصناعية للحوض . وتحتاج عملية التوسع المتزايد للإسكان الحضرى إلى إمدادات كافية من مياه الشرب . ومع الازدياد المستمر فى تعداد سكان الأردن وإسرائيل والضفة الغربية ، ستصبح الكميات المتاحة من المياه غير الكافية . ومع ازدياد الطلب وبقاء العرض على حاله ، يمكن للمياه أن تنطوى على دلالات سياسية واسعة كسبب للنزاع . ومع مرور الوقت ، سيصبح التعاون حول تطوير الموارد الحيوية أمرا بالغ الأهمية .

وأرمى من هذا الفصل إلى تقديم رؤية تاريخية لحوض نهر الأردن وبعض المشاكل المتعلقة بموارد المياه والحلول المقترحة ، بما فى ذلك مشروع جونستون . وقمت أيضا بتحديد المشاكل الرئيسية حول المياه والقضايا التى ينبغى مواجهتها فى المستقبل . ولكى يكون فى مقدورنا أن نعالج الحلول المستقبلية بشكل فعال ، ينبغى علينا أولا أن نستوعب التطور التاريخى لديناميكيات المياه فى حوض النيل والديناميكيات السياسية التى أثرت على سياق الأحداث.

منظومة حوض نهر الأردن

ترتبط الجغرافيا السياسية لحوض نهر الأردن ارتباطا وثيقا بالسمات الطبيعية والجغرافية للمنطقة . وتبدأ منظومة نهر الأردن من ثلاثة منابع نهرية : نهر الحاصبانى ، الذى يبدأ من

سوريا مع وجود جزء صغير من منابعه فى لبنان ، ونهر الدان ، الذى يقع بأكمله داخل إسرائيل، ونهر بانياس ، الذى يتدفق إلى إسرائيل من نبع فى الشمال قرب سوريا ، وتتحد هذه الأنهار الثلاثة فى نهر الأردن فى إسرائيل ، ويتجه النهر جنوبا إلى أن يصب فى بحر الجليل (بحيرة طبرية) . وعند النقطة التى يصب فيها نهر الأردن فى بحر الجليل ، تقع قطعة صغيرة من الأراضى الإسرائيلية على الجانب الشرقى من النهر ، يحدها من الجنوب نهر اليرموك ، الذى يتدفق إلى نهر الأردن من الشرق ، وتعرف هذه المنطقة باسم مثلث العدسية ، أو مثلث اليرموك .

ويلتقى نهرا اليرموك والأردن جنوب بحر الجليل ثم يتجه النهر جنوبا ملتويا فى مسار متعرج عبر وادى الأردن ، ليصب فى نهاية المطاف فى البحر الميت الشديد الملوحة بعد أن قطع مسافة قدرها ١١٣ كم .

ويشكل نهر اليرموك خط الحدود بين الأردن وسوريا ، وبين الأردن وإسرائيل فى الجزء الأدنى منه . وإلى الجنوب من نقطة التقاء نهرى الأردن واليرموك ، يمثل نهر الأردن خط الحدود بين إسرائيل والأردن . وبالتالى ، يعتبر نهرا اليرموك والأردن نهرين دوليين .

وفى المنطقة المحصورة بين بحر الجليل والبحر الميت من وادى الأردن ، يجرى النهر فى واد عميق ضيق gorge يسمى الزور ، وتنتصب عند حافته تلال عالية تمتد حتى مدرجات الغور ، ويندمج الغور الغربى مع الهضاب الممتدة التى تحد السهول الساحلية بينما يفضى الغور على الضفة الشرقية إلى هضبة واسعة . وكما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب فى وادى الأردن ، سنجد أن معدلات هطول الأمطار تقل تدريجيا على نحو متسارع ويتحول المناخ إلى مناخ شبه مدارى . وتهطل الأمطار فقط فى الفترة من أكتوبر / تشرين الأول إلى مايو / آيار ، مع سقوط أغزر الأمطار أثناء شهور الشتاء . وفى الشتاء ، تندفع المياه فى الجداول الجانبية التى تغذى نهر الأردن بسرعة جارفة مما يؤدى إلى تآكل التربة . بينما تجف العديد من هذه الجداول تماما فى شهور الصيف . وبالتالى ، يتجسد التحدى الذى يواجه دول الحوض ، خاصة الأردن وإسرائيل ، فى جمع وتخزين المياه أثناء شهور الشتاء والاستفادة منها فى شهور الصيف ، حيث تشح المياه . وينبغى التأكيد هنا على أن مياه نهرى اليرموك والأردن ، التى لايُحوَّل مجراها من أجل استغلالها أو تخزينها ، تصبح أكثر ملوحة اتجهنا جنوبا إلى أن تصب فى البحر الميت .

وتتمثل أحد العقبات الرئيسية التى تحول دون الاستغلال الأمثل والسلمى لمياه حوض نهر الأردن فى تقسيم هذه المياه بين الدول المائية الأربع .. إسرائيل والأردن وسوريا ولبنان . وفى حالة نهر اليرموك ، تعتبر سوريا دولة الحوض الأعلى بالنسبة للأردن ، وكذلك تعتبر الأردن دولة الحوض الأعلى بالنسبة لإسرائيل ، وفى حالة نهر الأردن ، تعتبر سوريا ولبنان دولتى الحوض الأعلى بالنسبة لإسرائيل . بينما تعتبر إسرائيل دولة الحوض الأعلى بالنسبة للأردن .

المشاريع السابقة لتطوير حوض النيل

طُرحت منذ الثلاثينيات عدة مشاريع لتطوير النهر رمت إلى الاستفادة بفعالية أكبر من منظومة حوض نهر الأردن . وقد أخذ عدد من الاقتراحات الأخيرة المشاريع المبكرة فى الاعتبار، وتتمثل أفضل وسيلة لفهم الحلول الراهنة والمستقبلية فى وضعها فى سياق التطور التاريخى لتخطيط وتطوير الموارد المائية لحوض نهر الأردن .

وتتضمن المشاريع السابقة ما يلى : مشروع إيونيدس Ionides (١٩٣٩) ، ومشروع لودرميلك Lowdermilk (١٩٤٤) ، ومشروع هيز Hays (١٩٤٨) ، وتقرير مكدونالد Macdonald (١٩٥١)، ومشروع عموم إسرائيل (١٩٥١) ومشروع بنجر Bunger (١٩٥٢)، ومشروع السبع سنوات الإسرائيلى (١٩٥٣) ، والمشروع الرئيسى / المشروع الموحد (١٩٥٣) ، ومشروع كوتون Cotton (١٩٥٤) ، والمشروع العربى (١٩٥٤) ، ومشروع بيكر - هارزا Baker - Harza (١٩٥٦) ، ومشروع جونستون Johnston (١٩٥٦) ، ومشروع العشر سنوات الإسرائيلى (١٩٥٦) ، والمشروع القومى للمياه (١٩٥٦) والمرحلة الأولى من قناة الغور الشرقية (١٩٦١ - ١٩٨٠) ، والمشروع العربى لتحويل منابع نهر الأردن (١٩٦٤) ، ومشروع سد المقارن (١٩٧٥ - ١٩٨١) ، والمرحلة الثانية من مشروع رى وادى الأردن (١٩٨٢ - حتى الآن) .

ورغم أن أطرافًا متعددة .. الأردن ، الجامعة العربية ، إسرائيل ، جهات أخرى .. هى التى أعدت كل هذه المشاريع ، إلا أنها كانت جميعها محاولات لتطوير الموارد المائية لحوض نهر الأردن وللاستغلال الفعال لهذه المياه . وأوصت هذه المشاريع بحلول لتطوير الموارد المائية ، وللاستفادة من المياه ، ولتخزينها .

مشروع جونستون The Johnston Plan

كان السفير إريك جونستون مبعوثا خاصا للرئيس دوايت أيزنهاور فى الشرق الأوسط وقد طرح على إسرائيل والدول العربية فى عام ١٩٥٣ أول مشروع مشترك وموحد لتطوير مجمل منظومة حوض نهر الأردن . وتطور هذا المشروع ، الذى عرف باسم مشروع جونستون أو مشروع وادى الأردن ، عبر سلسلة من المفاوضات قام بها السفير جونستون مع إسرائيل ومع الدول العربية ، كل على حدة ، طوال ٢٤ شهرا بدءا من أكتوبر / تشرين الأول ١٩٥٣ إلى أكتوبر/ تشرين الأول ١٩٥٥ . وكان هدف المشروع تطوير موارد المياه السطحية فى حوض نهر الأردن ، حيث أخذ فى الاعتبار مصالح إسرائيل وجيرانها العرب ورمى إلى " التوزيع العادل " للمياه ، ولم يتم التوصل إلى اتفاقيات رسمية ، مع إن كل الأطراف قد وافقت موافقة نهائية على معظم العناصر الفنية للمشروع ، لأن الجامعة العربية استندت على ما يبدو إلى اعتبارات سياسية فى وقوفها ضد إقرار المشروع .

وفيما يلى العناصر الرئيسية لمشروع جونستون :

١- التخزين

- بناء سد على اليرموك فى بحر الجليل ، بمعدل ٨٠ مليون متر مكعب سنويا وبطاقة تخزين مرجوة قدرها ٣٠٠ مليون متر مكعب . وكان من المفترض أن تؤجل عملية التخزين الفعلى لمدة خمسة أعوام ، إلى أن تراجع هيئة هندسية ضرورة استخدام بحر الجليل لتخزين مياه نهر اليرموك .

٢- التوزيع

- بناء سد على نهر اليرموك بالقرب من العدسية لتسهيل تحويل تدفق المياه إلى قناة الغور الشرقية ، ولتحويل فائض المياه ، إذا استدعى الأمر ذلك ، إلى بحر الجليل تستعيدها الأردن ثانية .
- شق قناة تغذية بين بحر الجليل وقناة الغور الشرقية .
- إقامة سحارة Siphon أو منشأة أخرى عبر الأردن لنقل المياه من الغور الشرقى إلى الغرب .

٣- تقسيم المياه

● أقر المشروع فى تقسيم المياه مبدأ ضمان حصول الدول العربية على مياه تكفى لتلبية كل ما تحتاجه أراضيها الصالحة للرى . وفيما يلى توزيع الحصص المقترحة :

الأردن : المياه الفائضة من نهر اليرموك (قدرت بحوالى ٣٧٧ مليون متر مكعب بعد تخصيص ٢٥ مليون متر مكعب لإسرائيل و ٩٠ مليون متر مكعب لسوريا) ؛ و٢٤٣ مليون متر مكعب من الوديان والآبار ، و١٠٠ مليون متر مكعب من نهر الأردن / بحر الجليل .

سوريا : ٩٠ مليون متر مكعب من اليرموك الأعلى ، و ٢٠ مليون متر مكعب من بانياس، و ٢٢ مليون متر مكعب من أعالى الأردن .

لبنان : ٣٥ مليون متر مكعب من أعالى الأردن .

إسرائيل : المياه الفائضة من نهر الأردن و ٢٥ مليون متر مكعب من نهر اليرموك لمثلث العدسية . ولم تحدد الوثائق الرسمية للمشروع بدقة الكمية الإجمالية المخصصة لإسرائيل من مياه نهر الأردن ، لكنها بحوالى ٣٦١ مليون متر مكعب بعد خصم حصتى سوريا والأردن .

وهكذا ، كانت الأردن ستحصل على كل المياه المتبقية من نهر اليرموك بعد خصم الحصتين المخصصتين لسوريا وإسرائيل ، وكانت إسرائيل ستحصل على كل مياه الأردن بعد خصم الحصتين المخصصتين لسوريا والأردن . وقد كفل مشروع جونستون حصة من مياه نهر الأردن للضفة الغربية أيضا . ونص المشرع كذلك على تشكيل هيئة هندسية محايدة للإشراف على تشغيل المنظومة المائية وفقا للمشروع .

ومن الواضح أن مفاوضات جونستون لم تؤد إلى اتفاقيات تلزم الأطراف المعنية وفقا للقانون الدولى . وحتى على المستوى الفنى ، ظلت ثلاث قضايا معلقة ، وهى كمية المياه المخصصة لمثلث العدسية ، ودور الهيئة المشرفة على المشروع ، وكمية المياه المالحة ضمن حصة الأردن من بحر الجليل والبالغة ١٠٠ مليون متر مكعب . ومع هذا ، يعتقد الكثيرون أنه لولا النزاعات السياسية لأمكن حل القضايا الفنية دون أى صعوبة .

ومنذ توقف مفاوضات جونستون فى عام ١٩٥٥ ، اقتدت إسرائيل والدول العربية بالعديد من المبادىء التى وردت فى مشروع جونستون ، الذى لعب دورا بناء فى وضع قاعدة " التوزيع

العادل للمياه " أثناء السنوات التالية . ومع ذلك ، كان مشروع جونستون يتناول تطوير الموارد فى الوادى والاستغلال التاريخى لها فى الخمسينيات .

ومنذ ذلك الوقت ، حدثت تغييرات فى الكميات المتاحة من المياه وفى نماذج استغلالها فى كل من إسرائيل والأردن . ومن الجدير بالذكر أيضا أن مشروع جونستون تناول فقط توزيع المياه السطحية ولم يعالج توزيع المياه الجوفية .

وفى الفترة من منتصف الخمسينيات وحتى منتصف السبعينيات ، واصلت إسرائيل والأردن تطوير مواردهما المائية ، حيث قامت إسرائيل ببناء الناقل القومى للمياه ، الذى يضخ المياه من الجزء الشمالى من بحر الجليل عبر أنابيب وقناة إلى تل أبيب وإلى صحراء النقب من أجل الرى والتنمية الزراعية .

وطورت الأردن قناة الغور الشرقية فى وادى الأردن من أجل الرى ، مستخدمة فى ذلك مياه نهر اليرموك ، وقامت أيضا ببناء سد الملك طلال على نهر الزرقاء لتخزين المياه من أجل استغلالها فى الرى . ومع إزدياد تعداد السكان وزيادة الطلب على المياه ، لجأت الأردن إلى تطوير بعض الروافد والموارد المائية الأخرى من أجل الرى والاستخدام المحلى .

مشروع سد المقارن

أحيت الحكومة الأردنية ، فى عام ١٩٧٤ ، التخطيط لمشروع سد المقارن واتصلت ، فى يناير / كانون الثانى ١٩٧٥ ، بوكالة التنمية الدولية الأمريكية من أجل المساعدة فى تمويل دراسة الجدوى بتكلفة قدرها مليون دولار . وفى وقت لاحق ، أقرضت وكالة التنمية الدولية الأمريكية الأردن خمسة ملايين دولار للمساعدة فى تكاليف التصميمات الهندسية للسد ومشاريع الرى وتسعة ملايين دولار أخرى للتصميمات الهندسية اللاحقة ليصل المبلغ الإجمالى للقرض إلى ١٥ مليون دولار . ويتكون مشروع سد المقارن ، الذى سماه الأردنيون " المرحلة الثانية من مشروع رى وادى الأردن " ، من جزءين أساسيين : سد المقارن والمنشآت المرتبطة به، ومنشآت الرى فى وادى الأردن . وكان الهدف الأساسى للمشروع هو زيادة الكمية المتاحة من المياه لرى وادى الأردن . واقتطعت الحكومة فيما بعد جزءا من الحصة المخصصة للرى وضمتها إلى الحصة المخصصة للاستغلال المحلى والصناعى (من ٢٠ مليون متر مكعب إلى ١٢٠ مليون متر مكعب سنويا) ، الأمر الذى يعكس مدى إزدياد الطلب على المياه فى هضبة الأردن الشرقية .

واقترحت دراسة الجدوى ، التى قدمت فى يناير / كانون الثانى ١٩٧٨ ، أن يتم بناء سد المقارن على مرحلتين ، المرحلة الأولى ، يكون فيها ارتفاع السد ١٥٠ مترا ويسمح أساسه بتعليته إلى ١٩٢ مترا . والمرحلة الثانية ، يتم فيها تعلية السد وبناء سد آخر على الحوض الأدنى للنهر تحدد له موقع مؤقت عند وادى خالد . لكن الاجتماع الذى عقدته الجهات المانحة فى إبريل / نسيان ١٩٧٨ لمراجعة دراسة الجدوى توصل إلى أن تكاليف تشييد المشروع على مرحلتين باهظة وغير اقتصادية ، وبالتالى أوصى ببناء سد المقارن فورا وبارتفاعه الأقصى .

وقد قدرت التكاليف الإجمالية للمشروع فى عام ١٩٧٩ بنحو مليار دولار . وكان من المقرر أن يتضمن مشروع سد المقارن فى صورته النهائية ما يلى :

- سد بارتفاع ١٧٠ مترا وطاقة تخزين قدرها ٤٨٦ مليون متر مكعب .
- سد تحويلى عند العدسية .
- تحويل مياه وادى الرقاد (فى سوريا) إلى خزان سد المقارن .
- تمديد قناة الغور الشرقية ١٤,٥ كم .
- إنشاء محطة توليد كهرباء من سد المقارن تنتج ٢٠ ميجاوات ، وأخرى على سد الملك طلال تنتج ٢ ميجاوات .
- بناء منظومات جديدة للرى تغطى نحو ١٠٠٠٠ هكتار .
- تحويل نظام الرى الحالى فى وادى الأردن الذى يعتمد على الانسياب الطبيعى للمياه إلى نظام الرى بالرش .

وأثار مشروع بناء سد المقارن عددا من القضايا المائية . فاسرائيل دولة حوض أدنى بالنسبة للأردن على نهر اليرموك ، وبالتالى ينبغى معالجة قضية كمية المياه المتاحة لمثلث اليرموك وللضفة الغربية . ومن شأن صب مياه نهر اليرموك فى خزان سد المقارن أن يؤثر على كمية المياه المتاحة فى الحوض الأدنى للنهر . ومن ثم ، يتعين على الأردن التوصل إلى اتفاقية مع إسرائيل حول حصص المياه والمنشآت المقامة . ويتعين على الأردن أيضا الاتفاق مع سوريا ، حيث أن مصدر المياه التى ستخزن خلف السد هو المنابع العليا لنهر اليرموك فى سوريا ولأن جانبًا من السد سيقام فى الأراضى السورية . وبالاضافة إلى ذلك ، كان مشروع سد المقارن يقتضى تحويل مياه وادى الرقاد (فى سوريا) إلى خزان السد ، بتدفق سنوى متوسطه ٤٨ مليون متر مكعب .

وقد حظى مشروع سد المقارن بدعم كبير من الجهات المقرضة ، الثنائية والمتعددة الأطراف ، وقد اتضح هذا الدعم فى الاجتماع الذى عقدته الجهات المانحة فى لندن فى إبريل / نيسان ١٩٧٨ . وتعهد الكونجرس الأمريكى فى موازنة العام المالى ١٩٧٩ - ١٩٨٠ بدعم المشروع بمبلغ ١٥٠ مليون دولار على مدار ثلاثة أعوام . لكن المقرضين فى الاتفاقيات الثنائية وضعوا شرطا للبدء فى تمويل المشروع : وهو أن تتوصل الأردن وإسرائيل والأردن وسوريا إلى حل لمشاكلهم المائية قبل تقديم الاعتمادات .

وقد تركز الاهتمام فى بادىء الأمر على المسائل المعلقة بين الأردن وإسرائيل ، وساعدت الحكومة الأمريكية الطرفين فى معالجة هذه المسائل . وتحقق بعض التقدم رغم عدم حل جميع المشاكل . ومع هذا ، اكتسبت المشاكل بين الأردن وسوريا المزيد من الأهمية فى نهاية السبعينيات وتدهورت العلاقات بين البلدين . وفى نهاية المطاف أدى عجز الأردن عن التوصل إلى اتفاق مع سوريا إلى إعلانها نهاية عام ١٩٨٠ تأجيل مشروع سد المقارن إلى أجل غير مسمى .

المياه فى التسعينيات : الصدارة للمشكلة

يستمر الطلب على المياه فى إسرائيل والأردن والضفة فى الغربية فى الازدياد متجاوزا بكثير المتاح منها . وفى عام ١٩٨٥، كان التعداد التقديرى لسكان إسرائيل هو ٤,١ مليون نسمة ، ومن المتوقع أن يصل هذا الرقم إلى خمسة ملايين فى عام ١٩٥٥ . وفى الأردن ، كان التعداد التقديرى للسكان فى عام ١٩٨٥ هو ٢,٧ مليون نسمة ومن المتوقع أن يصل هذا الرقم إلى أربعة ملايين فى عام ١٩٩٥ . وفى الضفة الغربية ، كان التعداد التقديرى للسكان فى عام ١٩٨٥ هو ٨٠٠ ألف نسمة ، ومن المتوقع أن يصل عددهم فى عام ١٩٩٥ إلى مليون نسمة .

وقد وصل حجم الموارد المائية .. السطحية والجوفية .. فى تلك المناطق الثلاث إلى حوالى ٢,٥ مليار متر مكعب فى عام ١٩٨٧ ومن المتوقع أن تطرأ زيادة متواضعة فقط على المياه المتاحة فى السنوات القادمة . وتشير التقديرات إلى أن إسرائيل تتحكم فى ثلاثة أرباع الحجم الإجمالى . وتجىء أخماس الموارد المائية الإسرائيلية من المياه الجوفية ، والباقى من المياه السطحية . وعلى النقيض من ذلك تحصل الأردن على ثلاثة أرباع مواردها المائية من المياه السطحية والباقى من المياه الجوفية ، بينما تحصل الضفة الغربية على أكثر من أربعة أخماس مواردها المائية من المياه الجوفية ، ويتضمن هذا خزان المياه الجوفية الذى تقتسمه مع إسرائيل .

وحاولت إسرائيل تلبية حاجاتها المتزايدة من خلال إعادة استغلال المياه ، إعادة تغذية خزانات المياه الجوفية ، واستخدام أساليب أكثر فعالية للحفاظ على المياه ، مثل الرى بالرش والتنقيط ، واقتطاع جزء من المياه المخصصة للزراعة وتوجيهها إلى الاستخدامات الصناعية والمنزلية . وحاولت الأردن أيضا التعامل بكفاءة أكبر مع مواردها المائية المحدودة من خلال تحويل جزء من حصة المياه المخصصة للزراعة إلى الاستخدامات الصناعية والمنزلية (على سبيل المثال ، مدت أنابيب من قناة الغور الشرقية إلى الهضبة الشمالية) . وتقوم الأردن بتطوير مواردها من المياه الجوفية من خلال التنقيب المستمر وحفر الآبار على أعماق كبيرة . ومع هذا ، تبدو مصادر المياه الجوفية محدودة . ويقوم الأردن أيضا بتعلية سد الملك طلال بنحو ١٥ متر لزيادة طاقة تخزين المياه أثناء الشتاء لاستخدامها أثناء شهور الصيف . ولجأت إلى الاستفادة من القنوات السطحية وإلى إدخال نظام الرى بالرش والتنقيط فى زراعته .

ومع ذلك ، يصبح الحصول على موارد مائية إضافية أمرا ضروريا مع النمو السكانى فى الأردن وإسرائيل ومع تطور الصناعة . ويعتبر نهر اليرموك هو المجرى السطحى الوحيد الباقى الذى لم يتم ضبطه فى وادى الأردن ، ولاتزال الفرص قائمة من أجل زيادة كمية المياه المتاحة للأردن والضفة الغربية . ومع ذلك ، ستتطلب تلك الحلول إنشاء السدود والقناطر على نهر اليرموك ، وربما على نهر الأردن ، للمساعدة فى تخزين المياه أثناء شهور الشتاء ليعاد إطلاقها مجددا أثناء شهور الصيف عندما تقل كمية المياه المتوفرة . ويمكن لذلك التخزين أن يوفر المياه أيضا للاستخدامات المنزلية والصناعية على مدار العام . وكانت الأردن قد بحثت فى مطلع الثمانينيات إمكانية مد خط لأنابيب المياه من الفرات فى العراق إلى الهضبة الشمالية . لكن الشكوك أحاطت بالجدوى الاقتصادية للمشروع وإمكانية تمويله نتيجة لطول المسافة ، ووعورة التضاريس ، وارتفاع التكاليف . ولم يتم تنفيذ هذا المشروع حتى الآن .

وينبغى على الدول المائية مواجهة الأسئلة والمشاكل المالية التالية أثناء عقد التسعينيات إذا أرادت الوصول إلى حلول للنقص المتزايد فى المياه :

١- إذا استؤنف العمل اليوم فى مشروع سد المقارن ، هل ما زال المشروع مجديا من الناحية الاقتصادية ، خاصة فى ضوء الزيادة التى طرأت على استخدامات المياه فى جنوب سوريا ؟ وهل ما زال تحويل وادى الرقاد إلى خزان سد المقارن ممكنًا مع الاستخدامات الحالية للمياه فى سوريا ؟ وهل يمكن تمويل سد المقارن ؟

٢- وإذا كانت العلاقات بين سوريا والأردن لاتسمح بتنفيذ مشروع سد المقارن فى هذا الوقت ، ما هى السدود البديلة الأخرى التى يمكن بناؤها على الحوض الأدنى لنهر اليرموك بحيث تسمح باستفادة الأردن واسرائيل (مثلث اليرموك) والضفة الغربية من مياه اليرموك على نحو أكثر فعالية ؟ وهل يمكن اعتبار تخزين مياه نهر اليرموك فى بحيرة طبريا لاستغلالها فى الأردن والضفة الغربية خيارا ممكنا فى ظل مناخ سياسى جيد ؟

٣- هل هناك أى فرص لبناء سدود صغيرة أو قناطر على نهر الأردن بين الضفتين الغربية والشرقية من أجل استغلال أكثر فعالية على جانبى النهر ؟

٤- ومع التكنولوجيا الجديدة ، ما هى فرص زيادة الكمية المتاحة من المياه الجوفية فى كل من الأردن واسرائيل والضفة الغربية ؟

٥-هل من شأن اللجوء على نطاق واسع إلى محطات إزالة ملوحة مياه البحر لزيادة كمية المياه المتاحة أن يؤدى إلى المساعدة فى معالجة مشاكل المياه فى التسعينيات . وبالنظر إلى انخفاض أسعار النفط ، ماذا حدث للجدوى الاقتصادية لإزالة ملوحة مياه البحر ؟ وما هى فرص إزالة ملوحة المياه الأقل ملوحة ؟

٦- فى عام ١٩٨٧ ، ناقش الملك حسين خطة لتنمية الضفة الغربية مع هيئات مانحة دولية بتكلفة تتراح بين ٧٥٠ و ١٢٠٠ مليون دولار على مدار خمسة أعوام . ما هى فرص تطوير الموارد المائية وزيادة امدادات المياه للاستغلال الزراعى والمنزلى فى إطار هذه الخطة؟

٧- هل سيتم فى المستقبل استئناف مفاوضات الحكم الذاتى للضفة الغربية ؟ حيث من المرجح أن تصبح السيطرة على المياه وتوزيع حصصها من القضايا الرئيسية فيها . وسيكون نقص المياه فى الضفة الغربية من المحددات الأساسية لعدد اللاجئين الفلسطينيين الذين سيتمكنون من العودة إلى هناك . إذن ، ما هى الكيفية التى ستعالج بها هذه المشكلة ؟ مع العلم أن هناك مشكلة رئيسية أخرى تتمثل فى خزان المياه الجوفية الغربى الكبير الذى يتقاسمه فلسطينيو الضفة الغربية واسرائيل .

٨- هل يمكن لتوفر المساعدات الخارجية الضخمة أن يساعد فى حل بعض المشاكل المائية فى حوض نهر الأردن ، خاصة فى الأردن واسرائيل والضفة الغربية .

٩- هل يمكن أن يساعد إنشاء هيئة دولية للمياه على معالجة المشاكل المائية فى حوض نهر الأردن ؟ وهل المفاوضات الثنائية هى أفضل وسيلة لحل هذه المشاكل ؟ وما هو الدور الذى يجب أن تلعبه الولايات المتحدة ، إذا كان لها دور ؟

من الواضح أن مشكلة المياه تزداد تفاقما . وسيستمر نقص المياه فى التسعينيات ، وبالتالى ستزداد احتمالات نشوب نزاع حول المياه . وبالرغم من أن التكنولوجيا ستلعب دورا رئيسيا ، وأن الهندسة يمكنها المساعدة فى مواجهة بعض تلك المشاكل المائية ، إلا أن العوامل السياسية تظل فى التحليل النهائى هى الأكثر أهمية بالنسبة لحل هذه المشاكل . إذ أن التعاون الإقليمى بين الأطراف المعنية هو الذى يمكنه فقط المساعدة فى حل القضايا التى ناقشناها ، وسيكشف المستقبل قدرة القيادة السياسية فى الأردن واسرائيل على حل هذه المشاكل بنجاح فى سياق النزاع الشرق أوسطى المتصاعد ، وهو تحد هائل .



٤

تكنولوجيا إزالة الملوحة : نظرة عامة

ليون أوربوك

الوضع الحالى لإزالة الملوحة

تتلخص عملية إزالة الملوحة Desalination فى فصل الشوائب المذابة عن المياه. حيث يخرج جانب من هذه المياه فى صورة تيار من المياه النقية نسبيا بينما تتركز الشوائب المذابة فى تيار النفايات (محلول ملحى) ، الذى يخرج من المحطة فى صورة "صرف" أو مخلفات" .

ويمكن الآن من الناحية التقنية إنتاج كميات ضخمة من المياه بدرجة نقاء ملائمة من خلال إزالة ملوحة مياه البحر أو المياه الأقل ملوحة brackish Water وهناك إمكانيات واسعة لإعادة استخدام مياه الصرف Waste Water ، لكن هذا يعتمد على حسم الشكوك الصحية المتعلقة بعلمى الأمراض والسمية . وقد شهدت السنوات الثلاثون الماضية بناء والتعاقد على بناء وحدات لإزالة الملوحة ، طاقتها الإجمالية ١١,٤٨ مليون متر مكعب يوميا فى أنحاء مختلفة من العالم ونتيجة للجهود المضنية ، تعمل بكفاءة الآن فى موقع واحد محطات لإزالة الملوحة تنتج مليون متر مكعب من المياه النقية يوميا وسلاسل من المحطات التى تنتج كل منها ٤٠ ألف متر مكعب يوميا ، حيث توفر مياه عالية النقاء بتكاليف معقولة فى المناطق المعنية .

وعلى المستوى العالمى ، يوجد الآن أكثر من خمسة آلاف وسبعمائة وحدة إزالة ملوحة تزيد طاقتها الإجمالية عن ١٠٠ مليون متر مكعب يوميا ، ويتركز الجانب الأكبر من هذا المحطات فى الشرق الأوسط ، خاصة فى شبه الجزيرة العربية ، حيث تمتلك هذه المنطقة أكثر من ٦٠٪ من الطاقة العالمية الإجمالية . والدول الأربع التى تتصدر قائمة الدول التى تمتلك محطات إزالة الملوحة هى : السعودية ، التى تنتج ٣٠,٢٪ من الطاقة العالمية الإجمالية ، ثم الكويت، التى تنتج ١١,٥ ٪ ، والإمارات العربية المتحدة ، التى تنتج ١١٪ ، وأخيرا الولايات المتحدة الأمريكية التى تنتج ١٠,٩٪ .

وتوجد محطات لإزالة الملوحة فى مائة وخمسة بلدان وتقوم بتصنيعها ١٧٠ شركة فى أنحاء مختلفة من العالم . وفى فبراير / شباط ١٩٨٧ ، أصدرت الرابطة الدولية لإزالة الملوحة International Desalination association وثيقة بعنوان " مسح لمحطات إزالة

الملوحة فى سائر أنحاء العالم " Worldwide Desatting Plants Inventory وتشير المعلومات الواردة فى هذه الوثيقة إلى أن ٦٤,٥٪ من إجمالى المحطات تعمل وفقا لمبدأ الومض المتعدد المراحل multistage flash principle ، بينما تعمل ٢٣,٤٪ بطريقة التناضح العكسى reverse osmosis . وقد تم بناء عدد قليل من المحطات المتعددة العمليات multi - effect ومحطات الانضغاط البخارى vapor compression ، رغم شيوع استخدام هاتين الطريقين الآن .

وتعتمد معظم مشاريع إزالة الملوحة الكبيرة الحجم على مياه البحر كمصدر للتغذية ، حيث أنها من الناحية العملية مورد لاينضب . وتستخدم مياه البحر فى ٧٢,٩٪ من كل الحالات ، مقارنة ب ٢٤,٩٪ تستخدم المياه الأقل ملوحة brackish water . وفى الوقت الراهن ، يندر اللجوء إلى نزع ملوحة مياه الصرف المنزلى والصناعى . لكن هناك توسعا متزايدا فى استخدامها فى الولايات المتحدة والبلدان الصناعية المتقدمة الأخرى .

ومع هذا العدد الكبير من المحطات التى تستخدم تكنولوجيا نزع الملوحة وطاقتها الإنتاجية الهائلة ، يعتمد أمن العديد من الأمم على كفاءة وأداء محطات إزالة الملوحة . ولايتوقف مستقبل سوق إزالة الملوحة على الحاجة الإضافية إلى محطات جديدة ، بل أيضا على الحاجة إلى إحلال وحدات جديدة محل وحدات إزالة الملوحة القائمة . وستعتمد تكنولوجيا المستقبل إلى حد بعيد على تكاليف الطاقة والتحسينات التى ستدخل على تكنولوجيا الأغشية والتقطير . وقد يدخل التطوير أيضا على منظومة مهجنة ، تجمع أفضل سمات أسلوبى التقطير والتناضح العكسى .

مقارنة تقنية بين العمليات المختلفة

يعتبر مصدر المياه الخام هو العامل الحاكم عند تقييمنا للعمليات المختلفة . ويمكن تقسيم المياه الخام التى تدخل إلى محطات إزالة الملوحة إلى ثلاث فئات رئيسية :

- مياه البحر ، التى تحتوى عامة فى سائر أنحاء العالم على نسبة من الموارد الصلبة المذابة تقدر بنحو ٣٥٠٠٠ ملجم / لتر ؛
- المياه الأقل ملوحة brackish water، وهى التى لاتزيد نسبة المواد الصلبة المذابة فيها عن ١٠٠٠٠ ملجم / لتر ؛
- مياه الصرف Wastewater ، وتتعدد مصادرها ، وتتباين كذلك نوعيات الشوائب المذابة فيها وتركيزها .

وهذا التمييز أمر بالغ الأهمية ، لأن مصدر المياه يحدد طبيعة الشوائب المذابة التى سيتم التخلص منها ودرجة تركيزها والمعالجة الأولية المطلوبة لصيانة عملية إزالة الملوحة . وفى بعض الحالات ، لايمكن تطبيق عمليات معينة على بعض مصادر المياه الخام .

التقطير بطريقة الومض المتعدد المراحل Multistage Flash Distillation

تستخدم طريقة الومض المتعدد المراحل فى تقطير الجانب الأكبر من المياه النقية التى تنتج حاليا وتستعمل لإزالة ملوحة مياه البحر . وتستغل هذه الطريقة استغلالا تجاريا واسع النطاق منذ أواخر الستينيات . وفى هذه العملية ، يتم ضغط المياه الداخلة إلى المحطة وتسخينها إلى درجة الحرارة القصوى للمحطة . ثم ينتقل السائل الساخن إلى غرفة يقل ضغطها بقليل عن ضغط بخار الماء المشبع للماء فيتحول جزء من محتواه المائى إلى بخار ماء . ويتم تخليص بخار الماء من قطرات المحلول الملحى العالقة بتمريره عبر مصفاة رذاذ mist eliminator ثم يجرى تكثيفه على السطح الخارجى لأنابيب نقل الحرارة head transfer tubing . وتتجمع قطرات السائل الذى تم تكثيفه فى أحواض فى صورة مياه ساخنة .

ويدخل المحلول الملحى الذى لم يتبخر إلى غرفة ثانية ، أو مرحلة ثانية ، حيث يتحول إلى بخار عند درجة حرارة أقل ، ويخرج فى صورة كمية أخرى من المياه المُنتجة . وفى نفس الوقت، تنتقل المياه المقطرة من المرحلة الأولى إلى أحواض المياه المكررة فى المرحلة الثانية ، الأمر الذى يفقدها جزءا من حرارتها وبالتالى تنخفض درجة حرارتها ، وتتكرر عملية التبريد من مرحلة إلى أخرى إلى أن يخرج الماء المقطر البارد والمحلول الملحى البارد من المحطة فى نهاية المطاف فى صورة تيارين من المياه النقية ومن المخلفات (محلول ملحى) .

ومن الشائع إعادة استخدام جزء من المحلول الملحى المنصرف بادخاله ثانية إلى المحطة مع المياه الداخلة ، على مدار دورة كاملة ، من أجل استخلاص المزيد من محتواه المائى . ويعمل التيار الذى يعاد إدخاله على التخلص من الحرارة الكامنة لعملية التكثيف من خلال تمريره داخل الأنابيب التى تكثف البخار فى كل مرحلة . ومن أجل ذلك ، يتم تسخين المحلول الملحى أولا إلى درجة الحرارة القصوى للمحطة تقريبا ، وفى نفس الوقت يجرى استخلاص طاقة البخار المتكثف ، ويسمى هذا الجزء من المحطة باسم قسم " استخلاص الحرارة" ، وتصل درجة حرارة المحلول الملحى فى نهاية المطاف إلى درجة الحرارة القصوى للمحطة داخل مسخن المحلول الملحى (أو المسخن الأساسى) الذى يتم تزويده بالبخار من مصدر خارجى .

وعند الطرف البارد من المحطة ، توجد شبكة أنابيب منفصلة فى عدد من المراحل فى قسم "رفض الحرارة " للتخلص من الحرارة المتبددة . وبشكل عام ، لايتم الاعتماد هنا على المحلول الملحى كسائل للتبريد ، بل على مياه التغذية ذاتها (مياه البحر فى هذا المثال) ويجرى التخلص من الجانب الأكبر منها مع تيار الصرف ، ويستخدم جزء صغير من سائل التبريد هذا فى تركيب المياه السابقة التسخين .

ومن حيث المبدأ ، تعتبر طريقه الومض المتعدد المراحل أكثر تقنيات التقطير بساطة فبمجرد ضبط الفتحات التى تربط بين المراحل المختلفة ، يمكن تشغيل المحطة لفترات طويلة دون الحاجة إلى إعادة ضبط التدفقات ، ويكفى كيلو جرام من البخار المضخوخ إلى المحطة لإنتاج عدة كيلو جرامات من المياه المنتجة . كما يمكن رفع كفاءة استخدام الطاقة من خلال :

- زيادة عدد المراحل ومساحة السطح الناقل للحرارة فى المحطة ؛
- زيادة درجة الحرارة القصوى (لكن قد يؤدى ذلك إلى زيادة معدلات الحت وتكون قشرة من المواد المترسبة) ؛
- استخدام أنابيب مصنوعة من مواد ذات قدرة عالية على توصيل الحرارة أو ذات سطح كنتورى cantour مصقول ؛
- إدخال تقنيات مناسبة للحد من تكون قشرة المواد المترسبة ؛
- استخدام تصميم وإجراءات تشغيل وصيانة تحول دون تراكم الغازات غير القابلة للتكثيف .

التقطير المتعدد العمليات Multi-Effect Distillation

تعتبر طريقة التقطير المتعدد المراحل أقدم وسيلة نعتمد على التبخير فى تقطير كميات كبيرة من المياه ، والمبدأ الأساسى للعملية غير معقد . إذ يتم تمرير مياه التغذية على سطح ساخن فى الغرفة (العملية) الأولى لمياه التغذية . ويهبط المتبقى منها فى صورة شريط رقيق داخل أنابيب رأسية . وينتقل المحلول الملحى المركز جزئيا إلى غرفة (عملية) ثانية ضغطها يقل بقليل عن ضغط العملية الثانية حيث يتم تكثيفه على سطح أنابيب نقل الحرارة ، ويفقد البخار حرارته الكامنة التى تستخدم فى تبخير جانب آخر من المحتوى المائى للمحلول الملحى المنساب على الناحية الأخرى من جدار الأنابيب، وتتكرر عملية التكثيف- التبخير من عملية

إلى أخرى بحيث يقل ضغط ودرجة حرارة كل عملية عن العملية السابقة لها . ويمثل البخار المتكثف الذى يتم تجميعه المياه المنتجة . وهنا أيضا ، يكفى كيلو جرام من البخار المضخوخ لإنتاج عدة كيلو جرامات من المياه المنتجة .

وكما فى عملية الومض المتعدد المراحل ، يمكن رفع كفاءة استهلاك الطاقة فى محطات التقطير المتعدد العمليات من خلال زيادة عدد العمليات ومساحة السطح الناقل للحرارة فى المحطة أو من خلال زيادة درجة الحرارة القصوى للمحطة . ومن ناحية أخرى ، يفضل ، فى حالة توفر حرارة منخفضة التكاليف ، التضحية بجانب من كفاءة الطاقة بتشغيل المحطة عند درجة حرارة أقل لأن هذا يؤدى إلى خفض معدلات الحت وتكوين قشرة الرواسب . ولايؤدى خفض معدلات الحت وتكوين قشرة الرواسب فقط إلى تحسين كفاءة المحطة وتقليص تكاليف التشغيل . بل يسمح أيضا ببناء المحطة من مواد منخفضة التكاليف .

التقطير بالانضغاط البخارى **Vapor Compression Distillation**

يتشابه التقطير بالانضغاط البخارى مع طريقة التقطير المتعدد العمليات . ويتمثل الاختلاف الرئيسى بينهما فى أن بخار الماء الناتج عن تبخير المحلول الملحى فى الأنابيب لايتم تكثيفه فى مكثف خاص أو فى عمليات متعاقبة . وعلى النقيض من ذلك ، يتم إعادته من خلال ضاغط compressor إلى جدار المُبَخِّر evaporator الذى نشأ منه ، حيث يتكثف على الأنابيب ، ليفقد حرارته الكامنة التى تساهم فى تبخير جانب آخر من المحلول الملحى . ولاتستمد طاقة التبخير من البخار المضخوخ ، كما هى الحال فى العمليتين السابقتين ، بل من ضاغط بخارى vapor compressor . وبالاضافة إلى ذلك ، يقوم الضاغط البخارى برفع درجة حرارة البخار من خلال الانضغاط وبالتالى يوفر القوة الدافعة لنقل الحرارة من البخار إلى المحلول المالح .

وتشترك طريقة التقطير بالانضغاط البخارى مع طرق التقطير الأخرى فى القدرة على إنتاج مياه عالية النقاء إلى حد ما ، وهى طريقة قائمة وتتمتع بسجل أداء جيد ، ولايحتاج تشغيلها إلى مهارات محدودة .

التناضح العكسى **Reverse Osmosis**

إزالة الملوحة بطريقة التناضح العكسى reverse Osmosis desalination ، عملية أخرى تستخدم الضغط الهيدروليكى كمصدر للطاقة ، وتعمل عند درجة الحرارة المحيطة (أقل من

٤٠° مئوية) على عكس عملية التقطير ، التى تعمل عند درجات حرارة تتراوح بين ٥٫° و ١٢٠° مئوية. فى عملية التناضح العكسى ، يتم سحب جانب من المحتوى المائى لمياه البحر أو المياه الأقل ملوحة عبر غشاء نصف منفذ semipermeable membrane ، مصنوع فى العادة من مواد عضوية .

وتتمتع طريقة التناضح العكسى بميزة التشغيل عند درجة حرارة منخفضة ، الأمر الذى يقلل إلى أقصى حد من معدلات الحت وتكوين قشرة الرواسب . ومع هذا ، تنتج هذه الطريقة مياه على درجة معقولة من النقاء . ويمكن أن يشهد عمل الأغشية أيضا زيادة حادة فى الطاقة المطلوبة مع زيادة التركيز فى مياه بعض الشوائب المذابة فى مياه التغذية ، الأمر الذى يتطلب معالجة دقيقة قبل استخدامها .

الفرز الغشائى الكهربائى Electrodialysis

على النقيض من العمليات السابقة ، التى تعتمد على فصل المياه عن المواد المذابة (معظمها أملاح غير عضوية) ، يقوم الفرز الغشائى الكهربائى بفصل المواد المذابة عن المياه . وهى طريقة لم تستخدم حتى الآن على نطاق تجارى فى إزالة ملوحة مياه البحر .

ومن ناحية الطاقة ، يتزايد استهلاك الطاقة كلما ازدادت ملوحة مياه التغذية ، وتنشأ عقبة أخرى عن مياه التغذية الشديدة الملوحة تتمثل فى زيادة الانتشار العكسى back-diffusion للأملاح من تيار الصرف ، الأمر الذى يحد من نقاء المياه المنتجة ، وتنطوى هذه الطريقة على عيب آخر هو عجزها عن إزالة أى مواد غير متأنية من مياه التغذية ، وهو ما يعنى أنه لايمكنها إزالة أى نسبة من السليكا Silica .

اقتصاديات إزالة الملوحة

تتعلق أهمية كبيرة على تكاليف إنتاج المياه المقطرة عند مقارنة البدائل المرتبطة بنوع العمليات ومصادر المياه التى يمكن استخدامها . ويعتبر التقطير من خلال محطة وحيدة الغرض بشكل عام عملية غير اقتصادية لنزع ملوحة كل من مياه البحر أو المياه الأقل ملوحة. ومع هذا ، يمكن أن يؤدى استخدام الحرارة الفاقدة من المحطات الحرارية لتوليد الطاقة إلى جعل عمليات التقطير مغرية من الناحية الاقتصادية .

ويصل الحد الأدنى لتكاليف نزع ملوحة المياه الجوفية المالحة إلى ٣٫ دولار أمريكى تقريبا للمتر المكعب باستخدام طريقة التناضح العكسى أو طريقة الفرز الغشائى الكهربائى . ويمكن

نزع ملوحة مياه البحر بتكلفة تتراوح بين ١,١٣ و ١,٧٤ دولا أمريكى للمتر المكعب باستخدام محطة تقطير وحيدة الغرض . وبالإضافة إلى ذلك :

- بالنسبة لمحطة نزع الملوحة الوحيدة الغرض . ويعتبر التقطير أكثر تكلفة من العمليات التى تعتمد على الأغشية (التناضح العكسى والفرز الغشائى الكهربائى) لنزع ملوحة كل من مياه البحر والمياه الأقل ملوحة ؛
- بالنسبة لمحطات إزالة الملوحة ذات الغرضين التى تتلقى الحرارة المتخلفة عن مكثفات محطات توليد الطاقة ، تقل تكاليف المياه الناتجة عن التقطير المنخفض الحرارة مقارنة بتكاليف المياه عن العمليات التى تعتمد على الأغشية لإزالة ملوحة مياه البحر ،
- ينافس الجيل الجديد لمحطات الانضغاط البخارى العالية الكفاءة العمليات التى تعتمد على الأغشية لإزالة ملوحة مياه البحر .

وتتأثر كل هذه التكاليف إلى حد بعيد بتكلفة الطاقة والظروف الخاصة بالموقع وينبغى التعامل معها بوصفها عاملا مشتركا بالنسبة لكل العمليات السالفة الذكر .

وبشكل عام ، تمثل تكلفة رأس المال (الفائدة واستهلاك الديون والضرائب) والطاقة الجانب الأكبر من تكاليف المياه المنتجة . وعلاوة على ذلك تتساوى أحيانا تكلفة الطاقة مع تكلفة رأس المال بل وتتجاوزها . ويعود ذلك إلى طبيعة عملية إزالة الملوحة التى تتطلب استهلاكا كثيفا للطاقة . ويبين الجدول (٤-١) التكاليف الاستثمارية التقديرية لإنشاء محطة طاقتها الإنتاجية ٢٠ ألف متر مكعب يوميا . وتوضح هذه التقديرات التكلفة اليومية لإنتاج المتر المكعب أو الجالون . ومع وجود سوق للطاقة والمياه ، يسمح مفهوم المحطة ذات الغرضين بانتاج المياه بتكاليف أقل ، حيث يمكن الحصول على بخار ماء رخيص من التوربينات درجة حرارته تكفى لتشغيل محطة إزالة الملوحة .

وبين الجدول (٤-٢) مقارنة بين التكاليف التقديرية لإنتاج المياه وتتضمن هذه التقديرات العامة عناصر التكلفة التالية :

- رأس المال .
- الطاقة

التشغيل والصيانة

- المواد الكيماوية والمواد الأخرى .

● استبدال الأغشية (بالنسبة لطريقتى التناضح العكسى والفرز الغشائى الكهربائى)

وقد وضعت هذه التقديرات على أساس أن سعر برميل البترول هو ١٨ دولار وتكلفة الكهرباء ٠٦. دولار ، ومعدل الفائدة ١٠٪ ، وعمر افتراضى قدره ٢٠ عاما

خاتمـــة

يمكن لتكنولوجيا إزالة الملوحة الآن أكثر من أى وقت مضى أن تحل مشاكل المياه فى المناطق القاحلة وشبه القاحلة فى العالم . إذ أن التكنولوجيا الحالية لإزالة الملوحة قادرة تماما على توفير موارد مياه نقية يمكن الاعتماد عليها بالنسبة للأغراض المنزلية والصناعية . وتناسب اقتصاديات إزالة الملوحة البلدان التى تقل فيها تكلفة مصادر الطاقة ومع ذلك ، فان تكاليف الطاقة ليست عاملا مانعا ، خاصة إذا كان من شأن وجود مصدر مياه يعتمد عليه أن يؤدى إلى تسهيل تنمية الصناعة والسياحة وبالتالى توفير عوايد إضافية .

إن توفير موارد مياه كافية قضية أمنية أساسية بالنسبة للعديد من البلدان خاصة فى الشرق الأوسط . وتمثل محطات إزالة الملوحة فى ذلك الجزء من العالم المصدر الرئيسى لإمدادات المياه الضرورية . ومع إننا لانتوقع انخفاضا ضخما فى تكاليف إزالة الملوحة ، إلا أننا نتوقع إزدياد الاستفادة من تكنولوجيا إزالة الملوحة .

جدول (٤-١)

مقارنة بين تكاليف وحدة استثمارية

لمحطة إزالة ملوحة طاقتها الإجمالية ٢٠ ألف متر مكعب يوميا

نـوع المحطــة	دولار/ متر	دولار/ جالون يوميا
١- التغذية من مياه البحر		
الومض المتعدد المراحل (نسبة الاقتصاد = ١٢)	١,٩٨٠	٧,٥٠
الانضغاط البخاري	١,٢٤٠	٤,٧٠
التناضح العكسي (مرحلتين)	,٩٩٠	٣,٧٥
البخر المتعدد العمليات		
أنبوب أفقي (٨٢ْ)	١,٥١٠	٥,٧٠
أنبوب أفقي - درجة حرارة منخفضة	١,٣٦٠	٥,١٥
٢- التغذية من مياه أقل ملوحة		
التناضح العكسي	,٢٢٥	٢,٨٥
الفرز الغشائي الكهربائي - ٢٠٠٠ ملجم / لتر	,٣٨٥	١,٤٥
الفرز الغشائي الكهربائي - ٣,٥٠٠ ملجم / لتر	,٥١٧	١,٩٦

المصدر : Bechtel National , Inc . , Internal Studies

جدول (٤-٢)

مقارنة بين تكاليف المياه المنتجة

لمحطة إزالة ملوحة طاقتها ٢٠ ألف متر مكعب يوميًا

نوع المحطة	دولار/ متر مكعب
١- التغذية من مياه البحر	
محطة وحيدة الغرض	
الومض المتعدد المراحل (نسبةالاقتصاد =١٢)	١,٧٤
الانضغاط البخارى	١,١٣
التناضح العكسى	١,٢٩
ذات الغرضين	
الومض المتعدد المراحل (نسبة الاقتصاد = ١٢)	١,٤٧
البخر المتعدد العمليات	
أنبوب أفقى (٨٢°)	,٩٦
أنبوب أفقى - درجة حرارة منخفضة	,٨١
التغذية من مياه أقل ملوحة	
التناضح العكسى	,٣٢
الفرز الغشائى الكهربائى - ٢٠٠٠ ملجم / لتر	,٣٠
الفرز الغشائى الكهربائى - ٣٥٠٠ ملجم / لتر	,٤٠

المصدر : Bechtel National , Inc , Internal Studies

٥

المشاكل المائية ، حلول شمسية :
تطبيقات الطاقة الحرارية الشمسية فى تكنولوجيا المياه

دونـــالـــد . إى . أســـبـــورن

ورايموند سيبركا ومدحت لطيف

مشاكل المياه والحلول الشمسية

ترتبط المياه والطاقة ارتباطا لاتنفصم عراه . فالطاقة الشمسية هى التى تقف وراء حدوث الدورة المائية التى تنتج مياهنا العذبة والمناخ . ونحتاج المياه فى عملية توليد الطاقة . حيث تستخدم فى أبراج التبريد ، وفى إعداد أملاح الطاقة ، وفى إدارة أنظمة توليد الطاقة ، مثل التوربينات الكهرمائية ، والمولدات التى تعمل بالبخار ، وأنظمة التسخين الشمسية ، ونحتاج الطاقة فى إنتاج مياه الشرب ، ويتسم استخدامنا للمياه بكثافة الاعتمادعلى الطاقة ، بدءا من التنقيب عن المياه ومرورا بضخها وحتى معالجة مياه الصرف .

وتعتبر إمدادات الطاقة عاملا بالغ الأهمية فى عمليات استخلاص المياه ، وعلى سبيل المثال ، تذهب ٤٠٪ من تكاليف مشاريع إزالة ملوحة المياه الكبيرة الحجم إلى نبذ الطاقة وحده . بل إن وزارة الراعة السعودية ، التى تشرف على مشاريع إزالة ملوحة المياه تنتج من الكهرباء ما يزيد إنتاج وزارة الكهرباء والصناعة [١].

تهيمن الصحارى على ما يقرب من ثلث أراضى كوكبنا ، وتغطى الأراضى القاحلة وشبه القاحلة معظم مساحة جنوب غرب الولايات المتحدة والشرق الأوسط . وتعتبر الحاجة إلى المياه فى الأراضى القاحلة فى العالم قضية ملحة على نحو متزايد فى ظل الوتائر المتسارعة للنمو السكانى في العالم . والشرق الأوسط من المناطق التى تعانى من نقص المياه وتمتلك فى نفس الوقت طاقة شمسية مهملة . وقد أصبح العديد من هذه المناطق القاحلة ، مثل جنوب غرب الولايات المتحدة ، مراكز سكانية مع ما يصاحب ذلك من الإفراط فى سحب المياه الجوفية ، الأمر الذى أدى إلى ترافق شديد التعقيد لسلسلة من المشاكل المتعلقة بنقص المياه والأحمال المتزايدة على إمدادات الطاقة . ولاتدرج قضايا ندرة المياه فى جداول أعمال المؤتمرات السياسية الدولية فقط ، بل وتحتل محور اهتمام أطفالنا أيضا . فقد خصص عدد شهر يوليو/ تموز من مجلة " ٣-٢-١ كونتاكت" ، وهى مجلة تليفزيونية من إعداد الأطفال ، موضوعاته لقضايا المياه ، وكان عنوان العدد موحيا "هل ستنفذ المياه من بين أيدينا ؟" .

لكن السباق القائم بين حاجاتنا من المياه ، وندرة الطاقه والموارد الشمسية هو لحسن الحظ فى صالح حاجاتنا المستقبلية . ومع التحول فى اقتصاديات الطاقة التقليدية ، والتقدم الذى تحقق مؤخرا فى التكنولوجيات الشمسية ، ومع الاهتمام المتزايد بامدادات ومعالجة ، وصيانة موارد المياه فى المناطق التى تمتلك طاقه شمسية مهملة ، فقد حان الوقت للتعامل بنظرة جديدة مع تطبيقات الطاقة الشمسية عند معالجتنا لهذه المشاكل المائية المعقدة والمتباينة . وسنحاول فى هذا الفصل إلقاء نظرة أولية على استخدام الطاقة الشمسية فى عمليات استخلاص المياه بالأساليب الحديثة .

ونحاول اقتراح بعض المنافذ التي يمكن أن تشهد التطبيقات الأولى للطاقة الشمسية . ولايمكننا هنا تقديم إجابات حاسمة أو حتى محتملة ، نظرا لأن معرفتنا ما زالت محدودة . وينزع هذا الفصل إلى إثارة التساؤلات أكثر من محاولته الإجابة عليها ومواجهة الحكمة الساذجة للسبعينيات بالتقدم الذى تحقق فى الثمانينيات واضعين نصب أعيننا ما سيحدث وما بعدها . وهدفنا هو أن نحفز وعيا جديدا واهتماماً جديدا بامكانية استخدام بعض الحلول الشمسية على الأقل لعلاج بعض المشاكل المائية .

حدود المعرفة الراهنة بالطاقة الشمسية

تتسم مشاريع استخلاص المياه عادة بكثافة اعتمادها على الطاقة ، وتحتاج إلى نوعين من الطاقة ، هما الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية . ورغم أن العديد من تكنولوجيا الطاقة الشمسية كانت فى متناول أيدينا طوال عدة قرون ، إلا أن العقد الأخير قد شهد تقدما هائلا فى قدرتنا على إنتاج الكهرباء وطاقة حرارية ذات نوعية ممتازة من الطاقة الشمسية . وتحققت أيضا قفزات رائعة فى مجال تخفيض تكاليف إنتاج هذه الطاقة .

وهناك طريقتان رئيسيتان لإنتاج الكهرباء من أشعة الشمس هما الكهروضوئيات Photovoltaics وتحويل الحرارة الشمسية solar thermal conversion ، وقد تحقق تقدم كبير فى المعارف والتقنيات المتعلقة بانتاج الطاقة الكهروشمسية من خلال الطريقتين ، وتتمتع التكنولوجيا الحرارية الشمسية بميزة إضافية تتمثل فى قدرتها على توفير طاقه حرارية عالية الدرجة ومستويات دفق عالية لأشعة الشمس تخدم طائفة واسعة من التطبيقات العملية .

الكهروضوئيات

يعتبر التقدم الذى تحقق فى مجال الكهروضوئيات من أكثر النجاحات الواعدة بالنسبة للتكنولوجيات الشمسية ، خاصة فى ظل مسيرتها نحو تحقيق الكفاءة الاقتصادية . وتستخدم الكهروضوئيات أجهزة من أشباه الموصلات المعيارية modular Semiconductor devices لتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهربائية . فعندما يضرب ضوء الشمس الخلية الكهروضوئية ، أو الخلية الشمسية ، تتحرر الألكترونات الموجودة على سطح المادة شبه الموصلة ليتولد تيار كهربى . ويتم تجميع الخلايا المفردة لتكوين المركبات الكهروضوئية Pv modules ، ورغم أن معظم المركبات الكهروضوئية هى مجموعة من الصفائح المسطحة ، إلا أنه يجرى تطوير أنظمة تركيز لإحلال عواكس أو عدسات قليلة التكاليف محل المواد الباهظة التكاليف التى تصنع منها الخلايا الشمسية . ويذهب ما يقرب من نصف تكاليف الأنظمة الكهروضوئية اليوم إلى المركبات وإلى الخلايا الشمسية التى تصنع منها . ويذهب الباقى إلى أجهزة ضبط النظام والانشاءات التى يحتاجها .

وقد تحقق تخفيض كبير فى تكاليف إنتاج الطاقة الكهروبائية بواسطة الكهروضوئيات منذ منتصف السبعينيات . فمن أكثر من ١٥ دولار للكيلووات / ساعة فى عام ١٩٧٥ ، انخفضت تكاليف الكهروضوئيات إلى حوالى ٠,٤ دولار للكيلووات / ساعة فى عام ١٩٨٦ وترافق هذا الإنخفاض فى التكاليف مع الاستخدام المتزايد للكهروضوئيات ، من ٣٠٠ كيلووات كانت تنتجها الأنظمة الكهروضوئيات فى عام ١٩٧٥ إلى أكثر من ١٣ ميجاوات طاقة إنتاجية سنوية للكهروضوئيات فى ١٩٨٦ (الشكل ٥-١٢) وأخذت تطبيقات أنظمة الكهروضوئيات فى الاتساع المستمر من استخدامها فى المواقع النائية والالكترونيات الاستهلاكية الي إنتاج الطاقة بكميات ضخمة .واليوم ، توفر الكهروضوئيات طاقة كهربائيه بتكاليف مناسبة فى مناطق لا تبعد سوى بضعة أميال عن خطوط الطاقة وكاضافات ملحقة بمحطات الطاقة .

ومن المتوقع استمرار اتجاه تكاليف الطاقة الكهروضوئية نحو الإنخفاض مع التقدم الجديد فى مجالات انتاج الموارد الكهروضوئية ، وفاعلية النظام ، وتطور المركزات والتقدم الصناعى. أمّا الاهداف البعيدة المدى المتعلقة بالكهرو ضوئيات التى تسعى وزارة الطاقة الامريكية إلى تحقيقها فى نهاية التسعينيات فتتمثل فى الوصول بمتوسط تكلفة الكيلووات / ساعة خلال

ثلاثين عاما إلى ٠.٠٦٥ دولار (بأسعار عام ١٩٨٢) وهو ما يعنى الوصول إلى تكنولوجيا طاقة كهربائية قابلة للتطبيق وتتمتع بكفاءة اقتصادية تصلح لإنتاج كميات ضخمة من الطاقة .

الحرارة الشمسية

رغم الدعاية الواسعة التى حظى بها التقدم فى مجال الكهروضوئيات ، إلا أن إنجازات تكنولوجيا الحرارة الشمسية كانت بنفس القوة مع أنها لم تحظ بنفس الاهتمام الإعلامى . وتستطيع الأنظمة الحرارية الشمسية توفير طاقة حرارية تبدأ من درجات الحرارة الدنيا وحتى درجات الحرارة العالية . ويمكن استخدام الأنظمة الحرارية الشمسية ذات الدرجات المتوسطة والعالية فى توليد الطاقة الكهربائية . ويمكن استغلال الأنظمة الحرارية الشمسية أيضا فى توفير الطاقة الشمسية فى صورة فيض من الفوتونات التى يكن الاستفادة منها فى مجالات فريدة .

وهناك حاليا أربعة أساليب رئيسية لإنتاج الكهرباء الحرارية الشمسية والطاقة الحرارية المرتفعة الدرجة : أبراج الطاقة Power towers ، والأحواض الخطية linear troughs وأطباق البؤر النقطية point - focus dishes ، والبرك الملحية الشمسية solar salt ponds وباستطاعة كل من هذه الأنظمة إنتاج الكهرباء أو الحرارة المرتفعة الدرجة لتوفير الطاقة التى تحتاجها التقنيات التقليدية لاستخلاص المياه أو التى يمكن استخدامها لتشغيل بعض التقنيات الشمسية لاستخلاص المياه .

وتستخدم أبراج الطاقة ، التى تسمى أيضا أنظمة المستقبلات المركزية ، حقلا واسعا من المرايا الدوارة heliostates ، أو المرايا المتتبعة tracking mirrors ، لتركيز ضوء الشمس على مستقبل receiver على قمة البرج المركزى (الشكل ٥-١) ويقوم ضوء الشمس المركز بتسخين سائل ناقل للحرارة إلى درجة حرارة تتراوح بين ٥٣٠° مئوية و ١٥٠٠° مئوية . وتستخدم هذه الحرارة بعد ذلك لدفع مولد توربينى لإنتاج الطاقة بنفس الطريقة التى يدور بها المولد فى محطات الطاقة التقليدية . ويمكن إضافة وظيفة تخزين الحرارة إلى النظام بانتاج الطاقة الكهربائية فى حالة عدم سطوع الشمس . وتصمم أنظمة المستقبلات المركزية بشكل عام لإنتاج الطاقة فى حدود ١٠ ميجاوات أو أكثر . وقد نجح نظام تجريبى من هذا النوع ، أطلق عليه اسم Solar 1 ، فى اجتياز خمسة أعوام من الاختبار والتقييم وإنتاج الطاقة . وكان هذا المشروع ، الذى صمم فى عام ١٩٧٩ ، قد بدأ العمل فى عام ١٩٨٢ . وتتكون هذه

المحطة التجريبية ، التى تبلغ قدرتها الانتاجية ١٠ ميجاوات ، من برج استقبال مركزى ارتفاعه ٦١ مترا ومن ١٨١٨ مرآة دوارة ، تبلغ مساحة كل منها ٤٤,٦ مترا مربعا . ويولد المستقبل بخار ماء عند درجة حرارة ٥١٥° مئوية . وقد تجاوز المشروع كل الأهداف الإنتاجية المحددة له . وتبلغ أقصى طاقة إنتاجية للمشروع ١٢ ميجاوات، ويمكن تخزين حرارة تسمح بالتشغيل لمدة أربع ساعات بحيث ينتج ٧ ميجاوات [٢]. ويمكن لنظم المستقبلات المركزية أيضا توفير مصدر حرارة مرتفعة الدرجة ومصدر لضوء الشمس شديد التركيز من أجل الاستخدامات الصناعية التى تحتاج إلى مصدر حرارى وإنتاج الوقود والكيمياويات . ورغم استمرار البحوث والتطويرات بالنسبة لإنتاج الطاقة الكهربائية ، إلا أن تلك الاستخدامات غير الكهربائية تحظى باهتمام متزايد .

وتركز أنظمة الأحواض المكافئية المقطع parabolic trough systems على مستقبل يجرى على طول بؤرة خطية لحوض عاكس (الشكل ٥-٢) وتعمل الأنظمة الخطية تقريبا مثل عدسات فرسنيل Fresnel lens لكنها تستخدم عدسات لإنتاج البؤرة الخطية . وتتبع أنظمة الأحواض الضوء عامة على محور واحد . وتتراوح درجة حرارة التشغيل النموذجية بين ٩٠° مئوية و ٣٥٠° مئوية . وأنظمة الأحواض معيارية بطبيعتها ويمكنها توفير الحرارة أو إدارة مولد توربين لإنتاج الكهرباء . ومن بين كل التكنولوجيات الشمسية ذات درجات الحرارة المتوسطة والمرتفعة ، تعتبر أنظمة الأحواض هى الأبسط من الناحية التقنية والأكثر رواجا من الناحية التجارية. ويجرى تسويق تلك الأنظمة اليوم على نطاق تجارى وتمول عن طريق شركات خاصة.

وتبلغ مساحة محطة Gould IPH فى أريزونا ٥٥٧٠ مترا مربعا وتستخدم نظام الأحواض المكافئية المقطع لتوفير معظم المياه الساخنة التى تبلغ درجة حرارتها ٩٥° مئوية وتستخدمها المنشأة فى عملياتها . وهى تطبيق نموذجى لاستخدام أنظمة الأحواض فى الأغراض الصناعية. وقد بدأ أيضا استخدام أنظمة الأحواض بنجاح فى مولدات الطاقة الكهربائية . وتتكون محطة توليد الطاقة الشمسية (SEGS) فى كاليفورنيا من سلسلة من أنظمة الأحواض تنتج طاقة تباع لشركة Southern California Edison وتستخدم المحطة ٢٥٠ ٢٣٢ مترا من المجمعات collectors لإنتاج ٤٥ ميجاوات كهربائى . حيث يتم تسخين الزيت الناقل للحرارة إلى درجة حرارة ٣١٠° مئوية (٥٩٠° فهرنهيت) ويستخدم لتوليد بخار ماء مشبع ، ويستخدم الغاز الطبيعى بعد ذلك لرفع درجة حرارة البخار إلى ٤١٥ مئوية . والمشروعان المذكوران من المشروعات التجارية وتمولها رؤوس أموال خاصة .

وتستخدم أنظمة البؤر النقطية ، وتسمى أيضا أنظمة الأطباق dish systems أطباق تتبع مكافئية المقطع على محورين two- axis tracking لتركيز الضوء على مستقبل مركب على النقطة المحورية focal point للطبق (شكل٥-٣) وتقوم الطاقة الشمسية المركزة بتسخين سائل يدور فى المستقبل receiver . ويتم ضخ هذا السائل المسخن بعد ذلك للإستخدام أو للتخزين فى مكان آخر . ويمكن تركيب محركات حرارية Heat engines على النقطة المحورية واستخدامها فى توليد الكهرباء ، وهو نفس الأسلوب المستخدم فى نظام Warren Springs فى كاليفورنيا . ويمكن لطبق واحد أن يولد حرارة تتجاوز درجاتها ١٤٨٠° مئوية وأن ينتج أكثر من ٥٠ كيلووات كهربى . ونظام الأطباق نظام معيارى ، مثل الأحواض ، ويمكن تجميع عدة وحدات فى الحقول لتوليد كميات ضخمة من الكهرباء أو الحرارة .

ويستخدم مشروع Solar Total Energy Project *، فى جورجيا ، حقلا يتكون من ١٤ طبقا من الأطباق المكافئية المقطع لإنتاج الكهرباء والحرارة . وينتج المشروع ٤٠٠ كيلووات من الطاقة الكهربائية ، و ٦٣٠كجم من بخار الماء عند درجة حرارة ١٧٧° مئوية و ٣٠٠ ٢٣١ كجم من تكييف الهواء يوميا تستخدم فى مصنع للنسيج . ويتم تسخين السائل الناقل للحرارة إلى درجة حرارة ٣٩٩° مئوية فى الطبق ثم يضخ بعد ذلك إلى مبدل الحرارة heat exchanger ، ويقوم بخار المياء المسخن بتشغيل مولد توربينى لإنتاج الكهرباء . ويستخدم بخار الماء المتوسط الضغط الذى يخرج من التوربينات فى العمليات الصناعية ، أما بخار الماء المنخفض الحرارة الذى يخرج كعادم من التوربينات فيستخدم فى إدارة المبرد الخاص بتكييف الهواء .

وهناك نظام أطباق آخر مملوك للقطاع الخاص فى كاليفورنيا ، وهو Solar Plant 1 ، يستخدم نظامًا من ٧٠٠ طبق لإنتاج ٤,٤ ميجاوات من الطاقة الكهربائية . ويتكون كل طبق من ٢٤ من المرايا المكافئية المقطع المصنوعة من الشرائح المبلمرة Polymer - film قطر كل منها ١,٥ متر ، وهناك نظام أطباق آخر ، يطلق عليه اسم Vanguard ، يركب فيه محرك حرارى على النقطة المحورية لطبق يبلغ قطره ١٠,٨ متر لتوليد ٢٥ كيلووات من الكهرباء من الطبق الواحد . وقد حقق هذا النظام ما يقرب من ٣٠٪ من كفاية التحويل الصافية .

---

* يعرف اختصاراً باسم STEP

وتتمتع البركة الشمسية المتدرجة الملوحة Solar salt-gradient pond ، وتسمى أيضا بالبركة الشمسية Solar pond ، بميزة فريدة تتمثل فى الاستفادة من مشكلة المياه - المالحة- لتوفير الطاقة اللازمة لمشاريع استخلاص المياه . والخلية الشمسية (الشكل ٥-٤) عبارة عن بركة خاصة من المياه المالحة يتراوح عمقها عامة بين مترين وخمسة أمتار تعمل كمجمع شمس كبير الحجم وكأداة لتخزين الطاقة الشمسية وتمتص كل البرك الطاقة الشمسية التى تسقط عليها وتخزنها . وفى البركة التقليدية يرتفع الماء الساخن إلى السطح ويفقد حرارته بالحمل convection والبخر . لكن البركة الملحية تمنع حمل المياه الساخنة إلى السطح من خلال تدرج ثابت للكثافة .

وهناك بركة شمسية تتكون من ثلاث مناطق . حيث المنطقة الحملية السطحية Surface Convecting Zone عبارة عن طبقة رقيقة عليا تتكون من مياه تمتزج بيسر . والمنطقة الثانية هى المنطقة غير الحملية nonconvecting المتدرجة الملوحة ، وهذه المنطقة ، التى يتراوح عمقها عادة بين متر و ١,٥ متر ، ثابتة التدرج لذا يزداد تركيز الأملاح مع زيادة العمق ، ومع ازدياد تركيز الأملاح ، تزداد كثافة المياه وتطغى هذه الزيادة على النقص الذى يحدث فى كثافة المياه نتيجة لارتفاع درجة حرارة المياه ، الأمر الذى يحول دون حدوث الحمل فى هذه الطبقة . وتعمل الطبقة غير الحملية كطبقة سمكية عازلة تماما تمنع فقدان القاع ، الطبقة الخازنة ، لأى قدر من الحرارة نتيجة للحمل .

أما الطبقة السفلى فهى طبقة ممتزجة تحتوى على نسبة أملاح عالية التركيز بحيث تعمل كمخزن حرارى للبركة الشمسية . ويتراوح عمق هذه الطبقة فى صورتها النموذجية بين متر و٣,٥ متر . ويتم امتصاص جانب كبير من الأشعة الشمسية الساقطة فى الطبقة السفلى الخازنة ، التى يمكن أن تصل حرارتها إلى درجات عالية من خلال إيقافها لفقد الحرارة نتيجة للحمل ، وتتراح درجة حرارة الطبقة السفلى الخازنة للحرارة فى البركة الشمسية عادة بين ٨٠° و ١١٠° مئوية . ويمكن استخلاص الطاقة من الطبقة السفلى واستخدامها فى الأغراض الصناعية أو فى المنطقة الحملية العليا كمصدر لمياه التبريد . وتتراوح كفاءة التحويل الحرارى فى هذه العملية عادة بين ١٥ و ٢٠٪ . وقد قطعت التطورات التى دخلت على البركة الشمسية شوطا بعيدا . ويعود هذا أساسا للأبحاث الإسرائيلية التى استمرت ٢٥ عاما ، وكانت محطة 5-MW للطاقة التى تعمل بنظام البرك الشمسية قد بدأت إنتاجها فى إسرائيل فى عام ١٩٨٣ . وهى تعمل ليل نهار .

وحققت التكنولوجيا الحرارية الشمسية مكاسب كبيرة خلال السنوات القليلة الماضية . ووصلت هذه التكنولوجيا الجديدة إلى مرحلة النضج فى فترة وجيزة للغاية ففى عام ١٩٧٣ ، كان مفهوم أبراج الطاقة فى الولايات المتحدة هو مجرد نموذج توضيحى بالغ الصغر عبارة عن "مرآة فى حجم مرآة الحلاقة وغلاية أقرب إلى لعب الأطفال" . وفى أقل من عشرة أعوامت قدمت التكنولوجيا إلى حد النجاح فى تشغيل محطة تجريبية قدرتها الانتاجية ١٠ ميجاوات. وانخفضت تكاليف المرايا الدوارة للمستقبل المركزى من ٩٠٠ دولار للمتر المربع فى محطة Solar 1 إلى أقل من ١٠٠ دولار للمتر المربع فى عام ١٩٨٦ ومن المتوقع أن تؤدى المرايا الدوارة ذات الأغشية المضغوطة ، التى يجرى تطويرها الآن ، إلى تخفيض التكاليف إلى أقل من ٤٠ دولار للمتر المربع ، أى أقل من ٥٪ من تكاليف المرايا الدوارة فى محطة Solar 1 .

وتتمتع أطباق مشروع STEP ، الذى صمم فى عام ١٩٨٠ وشيد فى عام ١٩٨٢ بنسبة تركيز قدرها ٢٣٥ وبتكلفة ألف دولار للمتر المربع - أما بالنسبة لأطباق محطة Solar 1 ، التى شيدت فى عام ١٩٨٦ ، فتتمتع بنسبة تركيز قدرها ١٠٠٠ وبتكلفة ١٦٠ دولار للمتر المربع - وفيما يتعلق بأنظمة الأحواض المكافئية المقطع ، انخفضت التكاليف من ٢٣٠٠ دولار للكيلووات الحرارى فى عام ١٩٧٩ إلى حوالى ٧٦٠ دولار للكيلووات فى عام ١٩٨٦ .

وكما هو واضح فى الشكل (٥-٥) ، فقد انخفضت التكاليف الإجمالية لإنتاج الحرارة الشمسية انخفاضاً كبيرا خلال السنوات السبع الماضية . فمن أكثر من ثلاثة آلاف دولار أمريكى للكيلووات الحرارى فى عام ١٩٧٩ إلى أقل من ثمانمائة دولار للكيلووات الحرارى فى عام ١٩٨٦ بالنسبة لإنتاج الحرارة ومن سبعة آلاف دولارللكيلووات الكهربائى فى عام ١٩٨٠ إلى حوالى ثلاثة آلاف دولار للكيلووات الكهربائى فى عام ١٩٨٦ بالنسبة لإنتاج الطاقة الكهربائية ، دخلت أنظمة الحرارة الشمسية السباق من أجل الوصول إلى القدرة على التنافس فى مجال تكاليف إنتاج الطاقة . ويلخص الجدول (٥-١) الأهداف المتعلقة بأنظمة الحرارة الشمسية التى تسعى وزارة الطاقة الأمريكية إلى تحقيقها فى منتصف التسعينيات. فبالنسبة لأنظمة حرارة التشغيل ، تتراوح التكاليف المتوقعة بين ٩,٧ دولاراً للميجا كيلو جول وبين ٢٧٠ و ٤٣٠ دولاراً للكيلووات الحرارى . ومن المتوقع أيضا أن تنخفض تكاليف أنظمة إنتاج الطاقة الكهربائية إلى حوالى ٠,٠٤ - ٠,٠٥ دولار للكيلووات كهربائى - ساعة أو ١٠٠٠-١٢٠٠ دولار للكيلووات كهربائى . وبالنسبة للتقديرات المتوقعة بالنسبة للاستفادة من

المستقبلات المركزية التى تستخدم أحدث التكنولوجيا ، نجد أنها انخفضت بالفعل إلى ٠٧٨ , ودولار للكيلووات كهرباء ساعة . وكما هو الحال مع الأنظمة الكهروضوئية ، توفر الأنظمة الحرارية الشمسية الآن مميزات بالنسبة للتكاليف عند توافق العوامل المتعلقة بالموقع مع العوامل المتعلقة بالحاجات وتوفر إمكانات أكبر بالنسبة للاستخدامات الكبيرة الحجم والواسعة النطاق فى العقد القادم .

ويمكن للأنظمة الحرارية الشمسية توفير الطاقة الكهربائية . إذ أن الأحواض والبرك الشمسية قادرة على توفير حرارة متوسطة الدرجة ، بينما توفر الأطباق والأبراج حرارة عالية الدرجة وطاقة شمسية عالية التركيز . ويمكن استخدام الأنظمة – الشمسية الأبسط ، مثل المجمعات المفلطحة الأطباق ووحدات التقطير الشمسى ، مع الدرجات الأقل والحرارة الأقل ، وتستطيع أنظمة المركزات المتقدمة إنتاج حرارة فائقة التركيز Ultra - high concentration ، أكثر من ١٠٠٠٠ وحدة شمسية ، الأمر الذى يوفر فرص فريدة للتفاعلات الضوئية وتشغيل المواد . وبالتالى ، فان السؤال هو : كيف يمكن استخدام هذه التكنولوجيا استخداما فعالا لتوفير الطاقة التى تحتاجها مشاريع استخلاص المياه .

إزالة ملوحة مياه البحر باستخدام الطاقة الشمسية

عندما ننظر إلى استخدام الطاقة الشمسية فى استخلاص المياه ، نجد أن إزالة الملوحة هى الاختيار الأول فى مجال شهد الكثير من الجهود . وتعتبر إزالة الملوحة باستخدام الطاقة الشمسية خيارا حقيقيا لانتاج مياه الشرب فى مناطق تعانى بشكل حاد من ندرة المياه وارتفاع تكاليف الطاقة . لكنها لا تعتبر حاليا من الخيارات المطروحة لتوفير كميات المياه الضخمة التى تحتاجها الزراعة التقليدية .

وفى منطقة تحتاج إلى مياه الشرب ، يمكن بحث استخدام الطاقة الشمسية إذا توفرت الشروط التالية :

١- توفر المياه المالحة أو المياه الأقل ملوحة .

٢- وجود سكان يعيشون فى مناطق قاحلة لاتتوفر فيها مصادر طاقة تقليدية رخيصة .

٣- عدم توفر مصادر طبيعية للمياه العذبة تحت سيطرة السكان المحليين .

٤- توفر مستوى كاف من كثافة الإشعاع الشمسى ودرجات حرارة عالية إلى حد معقول لفترات طويلة .

٥- توفر الأراضى الرخيصة .

ويمكن تصنيف تكنولوجيات إزالة الملوحة تقليديا إلى فئتين عريضتين :

الفئة الأولى هى إزالة الملوحة على نطاق ضيق باستخدام وحدات التقطير الشمسى ، والثانية هى محطات التقطير الشمسى الضخمة .

إزالة الملوحة باستخدام وحدات التقطير الشمسى

تستخدم وحدات التقطير الشمسى تقنيات حرارية شمسية بسيطة وتعمل عند درجات حرارة منخفضة لمحاكاة الدورة المائية (الهيدرولوجية) الطبيعية ولاستخلاص المياه العذبة من المياه المالحة أو الأقل ملوحة . وتتكون وحدة التقطير الأساسية (الشكل ٥-٦) من حوض مياه قليل العمق مغلق بغطاء شفاف . والسطح الخارجى للحوض مطلى باللون الأسود لضمان امتصاص أكبر قدر من الإشعاع الشمسى من أجل تسخين المياه بشكل فعال . ويؤدى التسخين المستمر للمياه إلى توليد بخار الماء . ويسمح الغطاء بدخول الإشعاع ويمنع تسرب الهواء الرطب وبخار الماء ويعمل كدرع إشعاعى للحد من فقد الحرارة نتيجة للإشعاع الطويل الموجات من سطح الماء ، وكسطح بارد نسبيا يسمح بتكثيف جزء من بخار الماء عليه ، ويصنع هذا الغطاء الشفاف من الزجاج أو من مواد بلاستيكية معينة . ويظل السطح الداخلى للغطاء باردا بما يكفى لكى يعمل كمكثف . ويتم تجميع الماء العذب الناتج عن تكثيف بخار الماء على الغطاء داخل أحواض .

وفى واقع الأمر ، لاتعتبر إزالة الملوحة باستخدام وحدات التقطير الشمسية عملية جديدة ، فقد عرف مبادئها الأقدمون . يشير تى . إيه . لواند إلى أن العرب استخدموا آنية حديدية لتشغيل بعض تقنيات إزالة الملوحة مستفيدين من الشمس [٣]. وجاءت أول إشارة إلى احتمال وجود عمليات إزالة الملوحة باستخدام الطاقة الشمسية فى أعمال الإيطالى نيكولو غميزى ، الذى كتب رسالة قصيرة حول هذا الموضوع فى عام ١٧٤٢ [٤]. وأكد هاردنج[٥] أن أول منشأة كبيرة من هذا النوع كانت موجودة فى شيلى فى عام ١٨٧٢ . وكانت هذه الوحدة الشمسية عبارة عن منشأة مغطاة بالزجاج وتغطى مساحة ٤٥٠٠ متر مربع وتصل طاقتها الإنتاجية القصوى إلى ١٩ ألف لتر من المياه العذبة يوميا .

وفى عام ١٩٧٢ ، أعد دليانيس مسحا شاملا لخصه مدحت لطيف فى الجدول (٥-٢)[٦]. ويتضح من هذا الجدول أن التقطير الشمسى قد استخدم على نطاق واسع فى عدد من المناطق

والأقاليم المناخية المختلفة . ويبين الجدول (٥-٢) أيضا أن وحدات التقطير الشمسى الكبيرة الحجم العاملة فى عام ١٩٧٣ كانت كلها تقريبا مغطاة بالزجاج . ويبدو أن استخدام البلاستيك كغطاء للمنشآت الكبيرة لم يستمر بالشكل الذى كان متوقعا من قبل .

ورغم أنه لايمكن تحديد تكلفة المياه المقطرة باستخدام الطاقة الشمسية تحديدا دقيقا ، إلا أنه أمكن التوصل إلى بعض التقديرات المعقولة المتعلقة بتكاليف الإنتاج اعتمادا على طائفة من العوامل المحلية وعلى المعلومات المتوفرة عن أكثر من عشر وحدات شمسية كبيرة الحجم فى أربعة بلدان (الولايات المتحدة وآسيا واليونان واستراليا)[٧]. ويمكن بناء الوحدات الشمسية الحوضية الشكل من مواد شديدة التحمل على مساحات تقدر بآلاف الأمتار المربعة وبتكلفة تتراوح بين ٦,٦ و٢٢ دولار للمتر المربع . وفى ظل هذه التكاليف وتكاليف التشغيل الأخرى ، وفى ظل المعدلات النموذجية للانتاجية ولاستهلاك الديون ، يمكن إنتاج مياه مقطرة تقطيرا شمسيا فى ظل مناخ موات بتكلفة تتراوح بين ١١ و ٢٢ دولاراً للمتر المكعب (٣-٦ دولار للألف جالون) ومن الممكن خلط نفس المياه المنتجة مع مياه أقل جودة أو مع مياه الأمطار ، إذا كانت متوفرة ، لإنتاج مياه أقل تكلفة .

ويوجد الآن محطات تجارية ضخمة (إنتاجها اليومى بملايين الجالونات) تقوم بازالة ملوحة مياه البحر بتكلفة ٣,٨ دولار للمتر المكعب ، ويوجد كذلك تصميمات لمحطات تقليدية بالغة الضخامة يمكن أن تخفض تكاليف إنتاج المياه إلى ١,٩ دولار للمتر المكعب ، ويتضح هنا أن وحدات إزالة الملوحة باستخدام الطاقة الشمسية لايمكن أن تتنافس فى شكلها الحالى مع هذه المحطات الكبيرة لإزالة الملوحة بقدراتها الإنتاجية الضخمة . ومن ناحية أخرى ، يصعب تشغيل هذه الأنظمة التقليدية بطاقة إنتاجية تقل عن ٥٠٠ متر مكعب يوميا ، وإلا ستصبح عملية باهظة للغاية من ناحية التكاليف . وقد أوضح تحليل التكاليف أنه عند مستويات الإنتاج التى تقل عن ٦٠٠ متر مكعب يوميا ، تصل التكاليف التقديرية لإزالة الملوحة باستخدام الطاقة الشمسية إلى ١١ دولاراً للمتر المكعب ، وهى أقل من التكاليف التقديرية فى حالة اللجوء إلى أى من العمليات الأخرى المعروفة عند تشغيلها على مياه البحر فى موقع يحتاج إلى توصيل إمدادات الطاقة إليه بشكل خاص . وتعتبر عملية الانضغاط البخارى الآن هى المنافس الأقرب إلى طريقة إزالة الملوحة باستخدام الطاقة الشمسية فى نطاق طاقة إنتاجية تقل عن ٦٠٠ متر مكعب يوميا .

وينبغى ، بصفة عامة . استخدام وحدات التقطير الشمسى عندما تقل الكمية المنتجة المطلوبة عن ٢٠ مترا مكعبا يوميا . ومع ذلك ، لايعنى هذا بالضرورة أن عددا صغيرا فقط من السكان هم الذين يمكنهم الاستفادة من هذه الطريقة . فنظرا لأن الإنسان يمكنه العيش بسهولة على ما يقرب من عشرة لترات من الماء العذب يوميا لسد حاجاته الأساسية ، يمكن لألفى شخص أن يعيشوا على وحدة تنتج يوميا ٢٠ مترا مكعبا . وبالنسبة للإنتاج الأكبر ، ينبغى التفكير فى محطات الشمس الكبيرة الحجم .

وتتمثل المميزات الرئيسية للتقطير بالوحدات الشمسية فى : استخدام مواد متوفرة محليا ، واستخدام القوة العاملة المحلية لشغل كل الوظائف الرئيسية فى عمليات بناء وتركيب وتشغيل وصيانة النظام ، وعدم ارتفاع تكاليف التشغيل إذا تم بناء الوحدة بالشكل الملائم .

محطات التقطير الشمسى الضخمة

شهدت الستينيات جهدا كبيرة لتحسين فعالية الوحدات الشمسية واستمر بعض هذه الجهود فى فترة الثمانينيات . ومع ذلك ، ظلت زيادة فعالية الوحدات الشمسية محصورة فى نطاق القدرات المحدود إلى حد ما لمكونات الوحدات التقليدية . ولم تحقق هذه المحاولات سوى تحسينات هامشية فى فعالية الوحدات الشمسية ولم تتجاوز حاجز الثلاثين فى المائة .

ومع أن الوحدات الشمسية يمكن أن تثبت جدواها من ناحية التكاليف فى المناطق التى تحتاج إلى كميات متواضعة من المياه ومع أنها من البساطة بما يكفى لتعظيم الاستفادة من الموارد المحلية ، إلا أن معظم الجهود الراهنة تتركز على محطات التقطير الضخمة ، التى تعمل بالطاقة الشمسية أو تساعد الطاقة الشمسية فى تشغيلها أو التى تستخدم مصادر طاقة تقليدية . ومن بين هذه الطرق المحطات المتعددة المراحل ، والتناضح العكسى والفرز الغشائى الكهربائى .

فبالنسبة للوحدات الشمسية التقليدية ، تجرى داخل نفس الوحدة العمليات الثلاث الرئيسية : تجميع الطاقة والبخر والتكثيف . ومع ذلك ، يمكن فصل هذه العمليات وإجراؤها فى ثلاث وحدات مختلفة من أجل زيادة إنتاجية أنظمة التقطير الشمسى الكبيرة . وتزداد فعالية الاستفادة من الطاقة نتيجة لإحكام السيطرة على عمليتى البخر والتكثيف .

ويتمثل أحد الأساليب الرئيسية لتحقيق ذلك فى طريقة الترطيب - إزالة الرطوبة المتعددة المراحل multi- effect humidification - dehumidification technique * . ويستخدم هذا النظام ، الذى اقترحه إس . كى . جارج ، مُجمعا شمسيا Solar collector مساحته ١١-١٤ مترا مربعا يتم فيه تسخين المحلول الملحى إلى ٥٥-٦٠° مئوية ثم يدفع ليدور بعد ذلك فى برج مغلف (مُرطِب humidifier) حيث يندفع تيار الهواء من القاع ليلتقى مع رذاذ تيار المحلول الساخن الذى يتناثر على القمة فى تيار معاكس (٨) . ويمكن لوحدة صغيرة نسبيا من هذا النوع إنتاج ٦١,٢٥ لترا يوميا .

وقد اقترح إيفيكوفيتش، فى عام ١٩٧٦ نظاما مماثلا ، يتم فيه انتقال المحلول الملحى المسخن فى وحدة تقليدية إلى مُبَخِر evaporator إلى أن يتشبع تيار الهواء المندفع من أسفل إلى أعلى ، ثم يجرى تكثيف بخار الماء فى مكثف يستخدم المياه المالحة كمبرد Coolant (٩). ويشير إيفيكوفيتش إلى أن أستخدام هذه الطرق يمكن أن يؤدى إلى زيادة كمية المياه المقطرة المنتجة .

وقد تم بناء محطة تقطير شمس تجريبية تستخدم طريقة الترطيب - إزالة الرطوبة المتعددة المراحل فى مدينة سونورا بالمكسيك (١٠). وصممت هذه المنشأة لكى تنتج ٧٩٠ - ١٣٢٠ مترا مكعبا يوميا ، باستخدام وحدات للترطيب وإزالة الرطوبة صممت لكى تعمل ٢٤ ساعة يوميا وتستمد المياه الساخنة من صهريج للتخزين . ويجرى تسخين هذه المياه جزئيا بالطاقة الشمسية وجزئيا بالحرارة المستمدة من ناتج التكثيف condensate . وكما يتضح من الشكل (٥-٧) ، يدخل ماء البحر إلى المكثف عند درجة حرارة ٢٦° مئوية حيث يسخن حتى تصل درجة حرارته إلى ٦١° مئوية ، ثم تصل درجة حرارته إلى ٦٦° مئوية بعد تمريره عبر مجمعات للحرارة الشمسية Solar heat collector . وتصنع المجمعات الشمسية من طبقتين مصقولتين ، الأولى ، التى تلامس سطح المياه ، من البلاستيك الشفاف لمنع البخر ، والثانية عبارة عن طبقة بلاستيكية تعلو الأولى ويُفصل بينهما بالنفخ الهوائى . ويحدث البخر فى

---

* الرطوبة humidity هنا هى بخار الماء الموجود فى الهواء ، والترطيب humidification هو إدخال بخار الماء (من خلال البخر) إلى تيار الهواء وإزالة الرطوبة هى التخلص من بخار الماء الموجودة فى الهواء بتكثيفه (م) .

الأبراج نتيجة لترطيب الهواء ، الذى يدور داخل البرج من خلال مروحة عند التقاء المكثف والبرج . وأدى القصور التام للبلاستيك المصقول إلى التخلى عن الجانب الشمسى فى هذه المحطة .

وهناك طريقة أخرى متعددة المراحل تتمثل فى استخدام المياه الساخنة أو بخار الماء من مُركزات شمسية Solar concentrators لتشغيل وحدة تقطير ومضى متعددة المراحل ، أى أنها توفر الطاقة الأولية للتشغيل . وقد اقترح ويه تصميما لمحطة تجريبية لإنتاج ١ طن مترى من المياه العذبة باستخدام هذه الطريقة [١١]. وافترض أن وحدة التقطير ستعمل ٢٤ ساعة يوميا . وبالتالى تعين تخزين الطاقة الشمسية المتجمعة لاستخدامها أثناء ساعات الليل ، وحفظت المياه الساخنة المخزنة فى مراكم accumulator مصنوع من الصلب .

ويصف مصطفى وجرارا والمنسى نظاما شمسيا لإزالة ملوحة مياه البحر بالومض المتعدد المراحل طاقته الإنتاجية عشرة آلاف لتر تم تصميمه وتجربته فى معهد البحث العلمى الكويتى[١٢]. ويتكون هذا النظام من حقل خطى من مجمعات التركيز الشمسى - Solar line - concentrating collector field مساحته ٢٠٠ متر مربع ، وصهريج للتخزين الحرارى سعته ٧٠٠٠ لتر ، ونظام فرعى لإزالة الملوحة بالومض يتكون من ١٢ مرحلة . وتكون حقل التجميع ، المزود بنظام تتبع دائرى ، من أحواض مفردة تم توجيهها على محور شمال جنوب ويتضح عند مقارنة الناتج المحتمل لنظام العمليات المتعددة مع ناتج أفضل وحدة شمسية من ناحية التصميم حقيقة مؤكدة : وهى أن هذا النظام يمكن أن ينتج أكثر من عشرة أضعاف ما تنتجه الوحدة الشمسية إذا تساوت مساحة المجمع الشمسى .

وأشار بدوى طليمات إلى منهج آخر تستخدم فيه الطاقة الشمسية بدلا من الوقود الحفرى Fossil Fuel لتوليد البخار لإدارة محطة تقطير متعددة لعمليات [١٣]. ووصل هذا النظام إلى أقصى فاعلية على أساس الحد الأدنى لتكاليف المياه باستخدام غلاية شمسية متوسط إنتاجها اليومى ٤٥ ألف كجم من بخار الماء المشبع عند درجة حرارة ٦٠° مئوية . ومن خلال استخدام البرنامج المكثف - مبخر عالى الأداء - high performance evaporator - con-denser مختبر تحويل مياه البحر فى جامعة كاليفورنيا ، كانت النتيجة الوصول إلى تكاليف مثلى للمياه تتراوح بين ١,٤ و ٣,٧ دولار للمتر المكعب إذا كان مصدر التغذية هو المياه الأقل ملوحة وبين ٢,١٥ و ٤,٧٠ دولار للمتر المكعب إذا كان مصدر التغذية مياه البحر . وفى ظل هذه الظروف ، تراوحت الإنتاجية اليومية لوحدة مساحة المجمعات الشمسية بين ٤٥

و ١٣٠ لترا للمتر المربع ، اعتمادا على الإشعاع الشمس وملوحة التغذية . وهى إنتاجية تزيد من عشرة إلى أربعين ضعفا مقارنة بمتوسط إنتاجية الوحدات الشمسية البسيطة .

وقد أشار تقرير صادر عن برنامج «Soleras "و هو مشروع طاقة شمسية مشترك بين الولايات المتحدة والسعودية ، إلى طائفة واسعة من الطرق البديلة (١٤). وتتباين هذه الطرق بشدة . فعلى سبيل المثال ، صممت شركة كاتاليتيك نظاما يستخدم اثنين من المولدات التوربينية التى تدار بالرياح قدرة كل منهما ٢٠٠ كيلووات ومجمعا شمسيا مساحته ١٥٠٠ متر مربع (مجمعات شمسية بنظام الأحواض المكافئية المقطع الخطية البؤر) . وتتولى المجمعات الشمسية تشغيل توربين قدرته ٣٥ كيلووات . وتستخدم هذه الطاقة الإجمالية البالغة ٤٣٥ كيلووات فى تشغيل مضخة تناضح عكس ذات مرحلتين (للضغط المنخفض والضغط العالى) لإزالة ملوحة ١٠٠ متر مكعب من المياه يوميا بمعامل استخلاص re-covery factor قدره ٩٠٪ وتتراوح التكاليف التقديرية للأنظمة الأكبر بين ٨,٥٩ دولار للمتر المكعب لطاقة إنتاجية قدرها ١٠٠٠ متر مكعب يوميا و٥,٦٥ دولار للمتر المكعب لطاقة إنتاجية قدرها عشرة آلاف متر مكعب يوميا .

أما المحطة التجريبية التى شيدتها شركة بوينج لإزالة ملوحة ٢٤٤ مترا مكعبا يوميًا فتستخدم وحدة إزالة ملوحة تعمل بنظام التناضح العكسى على أربع مراحل وتدار أساسًا بواسطة الطاقة الحرارية الشمسية من منظومة مجمعات شمسية تتكون من ٤٣٦ مرآة دوارة نقطية البؤرة تغطى مساحة قدرها ٤٤٨ ٢٠ مترا مربعا . وتوجه المرايا الدوارة أشعة الشمس إلى مستقبل مركزى ارتفاعه ٦٨ مترا يستخدم فيه الهواء المضغوط ، الذى يتم تسخينه خلال أنابيب تبادل حرارى ، لإدارة وحدة توليد كهربائى غازية توربينية تعمل بنظام دورة برايتون Brayton cycle . وتتراوح التكاليف التقديرية لهذا النظام بين ٤,٩٥ دولار للمتر المكعب لطاقة إنتاجية قدرها ١٠٠٠ متر متر مكعب يوميا و ٢,٥٥ دولار للمتر المكعب لطاقة إنتاجية قدرها عشرة آلاف متر مكعب يوميًا .

ويمزج تصميم نظام إزالة الملوحة التابع لشركة دونافان وهامستر وراتن بين التناضح العكسى والفرز الغشائى الكهربائى . حيث يتم توليد تيار متردد لمرحلة التناضح العكسى من خلال نظام طاقة يستخدم مجمعات حرارية شمسية خطية البؤر ومولد توربينى يعمل بنظام دورة رانكين العضوية organic Rankine cycle وتستمد مرحلة الفرز الغشائى الكهربائى التيار المستمر مباشرة من حقل كهروضوئى شمس ومحول للتيار المتردد إلى تيار مستمر . أما

نظام المحطة التجريبية التى اكتمل بناؤها فى مايو / آيار ١٩٨٢ والتابعة لشركة إكزون ومارتن ماريتا فيبلغ معدل إنتاجها اليومى المتوسط ٢٧٢ مترا مكعبا يوميا ، وتوفر المرايا الدوارة الطاقة من خلال التسخين لمولد كهربائى توربينى ، على قمة مستقبل مركزى ارتفاعه ٣٧ مترا ، ويتكون سائل التشغيل من ملح منصهر ، الذى يولد بدوره بخار الماء فى مولد بخارى . وتبلغ قدرة التخزين الحرارى ١٣,٥ ميجاوات حرارى / ساعة ، أى ما يوازى ٢٨ ساعة تشغيل . ويمكن للمصادر الشمسية توفير ١٠٠٪ من متوسط حاجات المحطة من الطاقة. ومع ذلك ، يمكن للمحطة الحصول على حاجاتها من الطاقة فى ساعات الذروة من شبكة الكهرباء المحلية . وتستطيع المحطة إنتاج المياه بتكلفة قدرها ٧,٧٥ دولار للمتر المكعب لطاقة إنتاجية قدرها ٥٠ متر مكعب يوميا .

وتشير هذه الأمثلة ، والعديد من الأمثلة الأخرى ، إلى أن محطات التقطير التى تعمل بالطاقة الشمسية خيار حيوى للغاية - سواء كانت تستخدم طرق التقطير الومضية التقليدية أو أى طرق أخرى معروفة أو حديثة مثل التناضح العكسى أو الفرز الغشائى الكهربائى . وستؤدى التحسينات المستقبلية إلى زيادة كفاية محطات إزالة الملوحة من ناحية التكاليف .

الاستفادة من الطاقة الشمسية فى أنظمة استخلاص المياه

يمكن للتكنولوجيات الكهروضوئية أو تكنولوجيات الطاقة الكهربائية الحرارية الشمسية توفير الطاقة التى تحتاجها المشاريع الضخمة لإزالة الملوحة ، أو مشاريع معالجة مياه الصرف ، أو ضخ المياه أو أى مشاريع تقليدية أخرى لاستخلاص المياه . ويعتمد اختيار مصادر الطاقة لمشاريع المياه التقليدية على الاقتصاديات الخاصة بالموقع . ومع تحسن الكفاءة الاقتصادية للتكنولوجيات الشمسية ، يأخذ نطاق التطبيقات الاقتصادية ، فى الاتساع ، ويحتاج مخططو برامج استخلاص المياه إلى دراسة وإعادة تقييم الطاقة الشمسية على أساس أحدث المعلومات المتاحة والتكاليف الحقيقية للعمر الافتراضى للمشروع فى الموقع المطلوب تنفيذ المشروع فيه . ومن المتوقع استمرار التحول فى اقتصاديات المصادر الشمسية والتقليدية فى حقبة التسعينيات .

البرك الشمسية : مشاكل تحولت إلى حلول

لاتحتاج العديد من مشروعات استخلاص المياه فقط إلى كميات ضخمة من الطاقة بل تؤدى أيضا إلى طرد كميات كبيرة من المحاليل الملحية العالية التركيز . ويتمثل أحد الحلول

الممكنة للمشكلتين معا فى استخدام البرك الشمسية فى مشاريع إزالة الملوحة . فمشاريع إزالة الملوحة تنتج كميات كبيرة من محلول ملحى مركز يتم تحويله إلى برك التبخير ولايتعدى كونه صرفا مطلوب التخلص منه .

ويذهب الكثير من تكاليف بناء البرك الشمسية إلى حفر وتبطين البرك وإلى ثمن الأملاح . ويدخل الكثير من هذه التكاليف بالفعل تحت بند تكاليف برك التبخير والتخلص من المحلول الملحى . ويمثل استخدام المحلول الملحى المنصرف فى إنشاء برك شمسية منتجة للطاقة اتجاها إيجابيا صوب تحقيق هذا التزاوج المطلوب . وقد أجرى مكتب استصلاح الأراضى فى الولايات المتحدة دراسة ممتازة حول إنشاء البرك الشمسية فى الجنوب الغربى وتزاوجها مع مشاريع إزالة الملوحة [١٥] . ووفقا لهذه الدراسة ، يمكن للتزاوج بين البرك الشمسية ومشاريع إزالة الملوحة أن يسمح بما يلى :

- استخدام المحلول الملحى المنصرف من محطة إزالة الملوحة فى تشغيل البركة الشمسية .
- استخدام الطاقة المنتجة من البرك الشمسية فى تشغيل محطة إزالة الملوحة .
- استخدام المحلول الملحى الذى تصرفه مشاريع التحكم فى الملوحة فى تشييد البرك الشمسية ، وبالتالى إزاحة جانب كبير من نظام صرف البركة .

ويمكن استخدام المحلول الملحى المنصرف من محطة إزالة الملوحة فى الطبقة السطحية للبرك الشمسية ، ويمكن استخدامه أيضا ، بعد زيادة تركيزه ، فى تكوين الطبقة الخازنة .

وقد يؤدى هذا إلى تخفيض حجم صرف محطات إزالة الملوحة ، حيث تحل البرك الشمسية المنتجة للطاقة جانبا هاما من مشكلة الحاجة إلى مساحة تبخير المحلول الملحى المنصرف . ويقود اقتران البرك الشمسية باستخدام المحلول الملحى المنصرف من مشاريع إزالة الملوحة إلى خفض تكاليف إنتاج الطاقة من خلال البرك الشمسية . فالبركة الشمسية ، بتخزينها المتكامل للحرارة ، توفر لمشروع إزالة الملوحة مصدرا مستمرا للطاقة الكهربائية . وتؤدى زيادة الكمية المتاحة من الطاقة الحرارية إلى المزيد من المرونة فى اختيار طريقة إزالة الملوحة .

وكان مكتب استصلاح الأراضى فى الولايات المتحدة قد درس طريقتين لإزالة الملوحة فى جنوب غرب الولايات المتحدة تتضمنان استخدام البرك الشمسية [١٦] . وتنسجم محطات إزالة الملوحة بالتناضح العكسى انسجاما تاما مع البرك الشمسية . إذ تستخدم الحرارة الشمسية المستمدة من البركة الشمسية لتشغيل دائرة رانكين لإنتاج الطاقة الميكانيكية التى يحتاجها

تشغيل مضخات الضغط العالى التى تغذى عملية التناضح العكسى . أما الطريقة الثانية ، التقطير المتعدد العمليات الأنابيب الأفقية horizontal - tube multi - effect distillation فتظهر أيضا انسجاما طيبًا مع البرك الشمسية ، حيث تستخدم الحرارة المستمدة من البركة لتوليد بخار ماء تتراوح درجة حرارته بين ٧٠ْ و ٨٢ْ مئوية لإدارة سلسلة من عمليات التقطير. وبالإضافة إلى ذلك ، يمكن للبرك الشمسية تشغيل محركات تعمل بطريقة رانكين لتوفير الطاقة الكهربائية لعملية التشغيل . وكما يتضح من المعلومات الواردة فى الجدول (٥-٣) ، فان وفر التكاليف بالنسبة للمصادر التقليدية يمكن أن يكون كبيرا إذا كانت هناك حاجة لمد مصادر طاقة تقليدية خصيصا لمشروع إزالة الملوحة .

وفى العديد من المناطق ، تتطلب الحاجة إلى التحكم فى تدفق المياه المالحة إلى الأنهار نقل وضخ المحاليل الملحية عبر مسافات طويلة إلى برك التبخير . وغالبا ، لاتمتلك هذه المناطق النائية فائضا متاحا من الطاقة لتشغيل المضخات . وهكذا ، نحصل على ميزة مفيدة أخرى من تزاوج البرك الشمسية ومشاريع التحكم فى الملوحة من أجل تشغيل المضخات التى يحتاجها المشروع .

ويمكن استخدام التكنولوجيات الحرارية الشمسية فى استخلاص المياه وفى التخلص من النفايات السامة . وتؤكد الأمثلة القليلة التى ذكرناها هنا على ضرورة بذل المزيد من الجهود فى المستقبل .

المفاعل الأوزونى الشمسى التحفيز Solar - Catalyzed Ozone Reactor

تعتبر المركبات العضوية السامة فى مياه شربنا ، والمياه الجوفية ومياه الصرف تحديا كبيرا بالنسبة لجهود معالجة المياه . ويتزايد القلق من مركبات مثل المبيدات Pesticides ، وكلوريد الميثيلين methylene chloride ، ومركبات المثيان الثلاثية trialomethanes، وفوق كلوريد الإثيلين perchloroethylene ، والفينيلات الثنائية المتعددة الكلور polychlorinated biphenyles . وتنطوى العمليات التقليدية لمعالجة المياه على طائفة من أوجه القصور . ولايؤدى الصرف إلى جوف الأرض إلا إلى ترحيل وتأجيل المشكلة وإلحاق تهديدات خطيرة بمصادر المياه الجوفية . أما المعالجة بالكربون المنشط activated carbon أو بالتناضح العكسى فتؤدى ببساطة إلى تركيز المشكلة . بينما تنقل طريقة الاستخلاص الهوائى air - stripping المشكلة من وسط إلى آخر ، وفى أحيان كثيرة ، تصبح المعالجات البيولوجية الملائمة صعبة التشغيل أو غير كافية فى ظل التباين الشديد فى الظروف القائمة . ومع ذلك ، يمكن التخلص

من تلك المواد السامة من خلال استخدام طبقة الأوزون كنظام أكسدة oxidizing regime بالغ القوة يقوم بتفكيك المواد العضوية السامة إلى مركبات غير ضارة ، مثل ثانى أكسيد الكربون والمياه [١٧].

ورغم أن الأوزون قد استخدم لسنوات فى التطهير والقضاء على الجراثيم . والتحكم فى الروائح ، وإنتاج مياه الشرب ، وفى أغراض أخرى ، إلا أن استخدامه فى تفكيك تلك المواد العضوية السامة كان محدودا للغاية ، ويعود هذا بشكل عام إلى معدلات التفاعل البالغة البطء . لكن الأوزون مؤكسد قوى قادر فعليا على أكسدة كل المواد الكيماوية العضوية الواردة فى قائمة المواد الملوثة ذات الأولوية Priority Pollutant List التى أعدتها وكالة حماية البيئة Enviromental Protection Agency . ومع ذلك فان درجات الأكسدة ، والاستجابات الحركية Kinetic responses ومستوى الاتحاد بين العناصر stoichiometric منخفض إلى حد غير مقبول .

وقد تبين أن الاتحاد الموجه controlled combination للأوزون والأشعة فوق البنفسجية ينتج تفاعلات سريعة فى صورة أكسدة ضوئية كيماوية سريعة للمركبات العضوية المهلجنة halogenated [١٨] . ويعجل امتصاص الأشعة فوق البنفسجية من عملية تحلل الأوزون إلى شقوق حرة Free radicals . وتنتج الشقوق الحرة ، التى تمتلك قدرة على الأكسدة أكبر بكثير من قدرة الأوزون الجزيئى ، الظروف المواتية للتفاعل مع العديد من المواد العضوية الخطيرة الموجودة فى المياه الجوفية . ويمكن لمعدلات تفاعل الأشعة فوق البنفسجية / الأوزون أن تتجاوز بكثير معدلات أكسدة الأوزون وحده ، ويبين الشكلان (٥-٨) و (٥-٩) أفضليات معدلات التفاعل بالنسبة لطائفة من الحالات [١٩].

وتتبدى بجلاء الحاجة إلى تسريع معدلات التفاعل من خلال دراسة حالات مثل حالة ثانى كلور الكلورو بروبان (1.2 - dichloro , 3 - chloropropane) . ويجد استخدام الأشعة فوق البنفسجية لتعجيل تبريره أيضا عند النظر إلى التكاليف الباهظة للأوزون والحاجة إلى تخفيض كمية المؤكسد المطلوبة . كما أن عملية إنتاج الأوزون كثيفة الطاقة إلى حد بعيد ، وتتطلب ما يقرب من ٤,٥ كيلووات ساعة من الطاقة الكهربائية للكيلوجرام الواحد من الأوزون المنتج . وبالتالى ، تتعلق أهمية كبيرة على استخدام مُحَفِّز فوق بنفسجى UV catalyst لتعجيل التفاعل . ومع ذلك ، فان الطريقة الحالية المتمثلة فى إدخال الأشعة فوق البنفسجية إلى العملية باستخدام مصابيح فوق بنفسجية هى فى ذاتها طريقة تحتاج إلى

استهلاك كثيف للطاقة ، بل إن الطاقة المستهلكة فى تشغيل المصابيح قد تتساوى مع الطاقة المتوفرة من تقليص حجم الأوزون الذى يحتاجه التفاعل . ويؤدى استخدام نسبة الأشعة فوق البنفسجية الموجودة فى الطيف الشمسى ، بعد تركيزها ، إلى الحصول على مكاسب كبيرة وإلى زيادة فرص توفير الطاقة . ويجرى العمل الآن على أنظمة من ذلك النوع فى جامعة أريزونا . ونحتاج هنا إلى الإجابة على ثلاثة أسئلة متعلقة بمفاعلات الأوزون الشمسية التحفيز : التصميم ، أو هل يجب تصفية كل الأشعة الأخرى (غير فوق البنفسجية) الموجودة فى الطيف الشمسى ، وكيف يمكن قياس الكمية المثلى للاستفادة من الطاقة الشمسية .

الاستخلاص الهوائى المدعوم بالطاقة الشمسية للكيماويات العضوية الطيارة الموجودة فى المياه الجوفية

الاستخلاص الهوائى air - stripping هو عملية ترمى إلى إزالة الكيماويات العضوية الطيارة volatile organic . وتؤثر درجات حرارة المياه والهواء تأثيرا كبيرا على هذه العملية. ويمكن زيادة معاملات التحول الكتلى mass transfer coefficients إذا نجحنا فى تصميم عمليات استخلاص هوائى مدعومة بالطاقة الشمسية Solar - enhanced ولاتتوفر فى الوقت الراهن بيانات تكفى لتقييم صلاحية هذه العملية المقترحة . وينطبق هذا بشكل خاص على حقول الآبار الملوثة بالكيماويات العضوية الطيارة . ويحتاج دعم عملية الاستخلاص الهوائى بوسائل شمسية Solar means إلى تقييم على مستوى الدراسات المعملية وعلى مستوى المحطات التجريبية .

استخدام الطرق البيولوجية المدعومة حراريا فى إزالة سمية الملوثات ذات الأولوية

يمكن أن يتلخص هدف استخلاص المياه الجوفية فى إزالة السمية . وتمثل المركبات العضوية الكلورية chlorinated organics حوالى ٨٠٪ من المركبات التى صنفت فى عام ١٩٨٦ على أنها ملوثات ذات أولوية priority pollutants وهى أساسا عوامل ذات تأثيرات سامة بالنسبة للحيوان والإنسان . وتعتبر الفينولات الكلورية chlorinated phenols قاسما مشتركا لهذه المجموعة من المركبات وتتضمن عملية إزالة سمية هذه المركبات شق كل مجموعة الكلور بعيدا عن بنية حلقة الكربون . وقد رصدت هذه العملية فى أوساط هوائية ، لكن القلق يكمن فى أن مركبات وسيطة متزايدة السمية تتكون عند لحظات معينة

فى سياق التفاعل . ويمكن للتحكم الخاطىء فى نظام المعالجة أن يؤدى إلى زيادة المخاطر البيئية . ولوحظت عملية إزالة سمية الفينولات الكلورية أيضا فى ظل ظروف غير هوائية ، لكن معدلات التفاعل أقل بكثير . وعادة ما تكون التفاعلات غير الهوائية حساسة للغاية بالنسبة لدرجة الحرارة ، ويعتبر انخفاض درجة حرارة المياه الجوفية سببا رئيسيا لبطء معدلات التفاعل . وتتمثل أحد مميزات إزالة السمية فى أوساط غير هوائية فى التناقص المستمر والمتساوق فى السمية مع تكون المركبات الوسيطة . ويعود أحد أوجه القصور الرئيسية إلى صعوبة إزالة السمية تماما فى ظل الظروف غير الهوائية .

ونظرا لتمتع التفاعلات الهوائية وغير الهوائية بمميزات فريدة بالنسبة لعملية إزالة السمية، فان الاهتمام يتركز الآن على التوصل إلى سياق معالجة هوائية - غير هوائية . لكن يصعب تنفيذ برنامج معالجة من هذا النوع على الطبيعة ويفضل تنفيذه فى منشآت سطحية . ومع ذلك فبمجرد رفع المياه الجوفية فوق سطح الأرض لمعالجتها ، يمكن زيادة معدلات التفاعل من خلال التسخين الشمسى . وقد أمكن تعيين معدلات التفاعل بالنسبة للبكتريا الوسيطة عند مستوى درجة حرارة ٣٥درجة مئوية ، لكن البحوث لم تعين بعد حجم الدعم المطلوب بالنسبة لمعدلات التفاعل الملائم مع استخدام بكتريا محبة للحرارة thermophilic bacteria فى مفاعلات تبلغ درجة حرارتها ٥٥ درجة مئوية . وربما يؤدى التسخين الشمسى إلى زيادة الجدوى الاقتصادية لعملية إزالة سمية المياه الجوفية الملوثة سطحيا من خلال إدخال زيادة كبيرة على معدل التفاعل فى الوحدات غير الهوائية - الهوائية .

إزالة سمية المخلفات الخطرة شمسيا

يتزايد باستمرار تلوث العديد من أهم مصادر مياهنا الجوفية والسطحية بعدد كبير جدا من الكيماويات السامة . وهناك عدد من المؤشرات القوية على أن استخدام أشعة الشمس المباشرة يمكن أن يؤدى إلى إزالة سمية طائفة من المخلفات الخطيرة . وتتعلق أهمية خاصة فى العديد من هذه التفاعلات على الجانب فوق البنفسجى من الطيف spectrum ، وكذلك على مستوى الدفق level of flux . وقد يحتاج العديد من هذه التفاعلات إلى درجات عالية يمكن توليدها . من خلال نظام تركيز شديد ، بينما تحتاج بعض التفاعلات الأخرى إلى درجات حرارة أقل . وقد قام قسم الحرارة الشمسية فى معهد بحوث الطاقة الشمسية Solar Energy Research Institute (SERI) بتعيين عدة أساليب يمكن استخدامها فى هذا الصدد نلخصها فيما يلى [٢٠].

الإنحلال الضوئى بالحفر باستخدام الدفق الشمسى المباشر

يمكن امتصاص الطاقة الحرارية الشمسية المركزة مباشرة فى مياه تحتوى على عامل حفاز حساس للضوء photoactive catalyst لتحليل الملوثات العضوية السامة ضوئيا إلى مركبات كيماوات حميدة benign chemicals . ويمكن إزالة هذه المركبات الكيماوية الحميدة بعد ذلك عبر معالجة جديدة ، ويمكن كذلك تركها كما هى فى مياه الشرب ، وتتم عملية إزالة السمية من خلال ميكانوم كيميائى ضوئى أو من خلال الأكسدة الكهروكيميائية الضوئية للملوثات بواسطة الفوتونات ، الموجودة فى ضوء الشمس المركز [٢١]. ويمكن استخدام هذا التأثير كأساس للاستغلال التجارى لتكرير المياه الملوثة .

وأظهرت التجارب التى رعاها معهد بحوث الطاقة الشمسية الجدوى الاقتصادية لتحليل الفينولات العضوية والكلورطولوين الفوسفورى فى تيارات مائية ضوء صناعى كضوء الشمس عند مستوى فيض يصل إلى خمس وحدات شمسية Suns وفى وجود أوكسيد التيتانوم الحفاز catalytic . وقد أظهرت تلك التجارب الأولية أن زيادة الفيض أدت إلى زيادة الأكسدة الضوئية photo-oxidation وأن المعدل اعتمد إلى حد بعيد على نوع الملوث العضوى وعلى العامل الحفاز catalyst [٢٢] . ويبين تحليل الأدبيات المنشورة عن هذا الموضوع أن باحثين آخرين قد أثبتوا تجريبيا أيضا مدى الجدوى الاقتصادية للتحليل الضوئى لمركبات عضوية أخرى فى المياه عند مستويات متباينة من الفيض الشمسى [٢٣]. وكما أشرنا سابقا ، تستخدم المصابيح فوق البنفسجية فى بعض عمليات إزالة التلوث المعروفة[٢٤]. وكان الجيش الأمريكى فى ترسانة إدجوود قد جرب استخدام المصابيح فى أكسدة مشتقات البنزين النيتروجينية (مثل ثالث نترات التولومين) ، التى كانت موجودة فى الماء عند مستوى يتراوح بين مائة ومائتى جزء فى المليون . ولم يحقق الجيش نتائج مرضية مع المصابيح التى تعمل بالطاقة الكهربائية ، نظرا لارتفاع تكاليف الكهرباء وقصر عمر المصابيح .

ويعتبر هذا وضعا مثاليا بالنسبة لاستخدام ضوء الشمس المركز . ويمكن لعملية نموذجية من هذا النوع استخدام الفيض المباشر لإزالة تلوث المياه عند سطوع الشمس ، ويتراوح ناتج عملية إزالة التلوث بين المياه وثانى أوكسيد الكربون بالنسبة لمركب عضوى بسيط يتكون من ذرات الكربون والهيدروجين ، وبين نواتج أخرى مثل حامض الهيدروكلوريك بالنسبة للمركبات العضوية الكلورية .

ومن المتصور أنه لن تكون حاجة ، فى العديد من الحالات ، إلى معالجة إضافية لإنتاج مياه مكررة . وقد تحتاج حالات أخرى إلى معالجة ثانوية ، ويتوقف هذا على نواتج عملية الانحلال الضوئى ، وتركيزاتها وإذا ما كانت المياه ستستخدم للاستهلاك الآدمى .

ويمكن أن تجرى عملية التفاعل بين العامل الحفاز والمياه الملوثة وضوء الشمس على نحو مستمر أو على دفعات أثناء سطوع الشمس . وقد يكون العامل الحفاز مركبا بسيطا وزهيد الثمن يمكن التخلص منه بعد استخدامه ، مثل ثانى أوكسيد التيتانيوم . وربما يكون أيضا معدنا كريما ، يحتاج إلى عملية إعادة تكرير ويجوز أن يكون العامل الحفاز صلبا حبيبيا ، تتم إزالته من المياه بواسطة عملية ترشيح filtration بسيطة . ومن الجدير بالذكر أنه يمكن تنفيذ عملية إزالة السمية على دفعات أثناء سطوع الشمس عندما لاتكون هناك حاجة لإجرائها بصورة مستمرة . كما يمكن تخزين المياه الملوثة أثناء غياب الشمس لتكريرها فيما بعد بمعدلات عالية عندما تشرق الشمس . ولاتتطلب هذه العملية تخزينا للطاقة لكن كل ما تحتاجه هو تخزين المياه فى برك أو صهاريج بسيطة .

ويمكن أن تترافق عملية التحلل الشمسى للمركبات العضوية مع عمليات أخرى للوصول إلى طريقة جديدة تتسم بأفضل صفات كل عملية على ذلك بعملية الانحلال الضوئى التى تعقبها عملية الامتزاز الكربونى carbon adsorption . حيث تتم إزالة أو تحويل معظم المركب العضوى من خلال عملية الأكسدة الحرارية الشمسية ، وتتم إزالة التوازن من خلال طبقة رقيقة من الكربون المنشط . ويعتبر هذا النوع من العمليات الهجين شديد الفاعلية ويجنى فى نفس الوقت مميزات إزالة معظم السمية بواسطة استخدام الطاقة الحرارية الشمسية .

الترميد الشمسى المباشر العالى الدفق High - Flux Direct Solar Incineration

الترميد العالى الحرارة high - temperature incineration هو الطريقة النمطية للتخلص من العديد من أكثر المخلفات العضوية السامة خطورة ، ويستهلك الترميد العالى الحرارة كميات كبيرة من الوقود وتعانى منشآته من مشاكل الصيانة وقصر العمر الافتراضى بسبب درجات الحرارة العالية المطلوبة . ولا تؤدى إزالة السمية شمسيا إلى توفير الوقود فقط، بل يمكن أن تؤدى أيضا إلى تخفيض كبير فى درجات الحرارة المطلوبة وفى المشاكل المرتبطة بها من خلال التوليف الملائم بين التوزيع الطيفى لضوء الشمس المركز والمركب العضوى المعنى[٢٥]. ولكى تتم عملية الانحلال ، ينبغى التغلب على عائق طاقة التنشيط . فبالنسبة

للجزئيات العضوية المعقدة ، تتراوح بين ٤٠, ٩٠ كيلوكالورى / الجزئى الجرامى / kcal mole . ويبين الشكل (٥-١٠) أن انخفاضا فى طاقة التنشيط قدره ١٥ كيلوكالورى / الجزئى الجرامى. يمكن أن يؤدى إلى تخفيض الحرارة المطلوبة بمقدار ٦٠٠ درجة مئوية. وبالتالى ، يؤكد جراهام ودلنغر " إن تغيير طاقة التنشيط وسيلة فعالة لزيادة كفاءة تكسير الجزئيات " (٣٦).

ويمكن أن يصاحب هذه العملية تفاعل كمى ضوئى photoquantum reaction . ويتضح من الشكل (٥-١١) أن الجزئى إذا امتص إشعاعا ذا طاقة كافية فانه يصل إلى حالة الاستثارة excited State. والوسيلة الأكثر فعالية هنا هى استخدام نطاق معين من الأطوال الموجية particular bard of wavelengths . ومع أن الحالة المثارة الأولى first excited state قد لاتكون مستقرة فى الوسط العالى الحرارة للمرمد incinerator، إلا أن الحالة المثارة الأولى قد تتحول إلى حالة ثلاثية شبه مستقرة metastable triplet state . والطاقة المطلوبة لانحلال هذه الحالة تقل بكثير عن الطاقة المطلوبة لانحلال الحالة الخامدة ground state وأقل حتى من الطاقة المطلوبة لانحلال الحالة المثارة الأولى . ويقوم الجانب المرئى فوق البنفسجى من الطيف الشمسى بتغيير الحالة الألكترونية للمركبات العضوية وبالتالى تقل بكثير الطاقة المطلوبة لتكسيرها مقارنة بعملية الترميد التقليدية . ومن السمات الملفتة الأخرى لعملية الترميد الشمسى أنه عند الحصول على الحرارة من مصدر خارجى مشع بدلا من مصدر احتراق كيميائى تقل إلى حد بعيد الحاجة إلى أوكسجين إضافى ، الأمر الذى يؤدى إلى تخفيض كبير فى التكاليف . وسيؤدى المصدر الشمسى أيضا إلى عدم إنتاج السناج soot ، الذى يمثل مشكلة كبيرة بالنسبة للمرمّدات التقليدية. فمن شأن تركيز يصل إلى ١٠٠٠ وحدة شمسية أن يدمر أى سناج بينما يزيد فى نفس الوقت من كفاءة امتصاص الحرارة .

دعوة إلى العمل

لقد تحقق تقدم كبير فى التكنولوجيات الشمسية منذ السبعينيات ، أدى إلى تخفيضات كبيرة مستمرة فى التكاليف . ومع التحول الذى حدث فى اقتصاديات مصادر الطاقة الشمسية والتقليدية ، تتسع الميادين التى يمكن أن تتنافس فيها الطاقة الشمسية بنجاح لتشغيل أنظمة استخلاص المياه وتتطلب عملية إعادة تقييم مستمرة . والأهم من هذا أنه بدءا من عام ١٩٨٦ ، وطوال السنوات الخمس أو العشرة التالية ، تتزايد التطبيقات العملية فى المواقع التى تتوفر فيها ظروف الحاجة إلى معالجة المياه والافتقار إلى طاقة منخفضة

التكاليف ووجود مصدر للطاقة الشمسية . وبالإضافة إلى ذلك ، توفر الطاقة الشمسية عددا من الفرص التى يمكنها الاستفادة من الخواص الفريدة للمصادر الشمسية .

لكن المستوى المنخفض للاعتمادات المخصصة للبحوث ولتطوير وتجريب جيل جديد من التقنيات الشمسية يعرقل تطوير الاستخدامات الشمسية . بينما أصبحت مشاريع استخلاص المياه وتدمير المخلفات السامة لحماية مواردنا المائية من الأولويات التى تحظى باهتمام كبير على المستويين الوطنى والدولى . ومن مليارات الدولارات التى تنفق على نوعية وموارد وحماية المياه ، تلوح فرصة حقيقية لاستثمار جزء صغير منها فى مستقبلنا من خلال دعم تطوير التكنولوجيات الشمسية المستخدمة فى استخلاص المياه . ولن يساعد هذا فقط على توفير الطاقة على المدى البعيد ، وبالتالى تخفيض تكاليف مشاريع المياه ، ولكنه سيؤدى أيضا إلى حفز تطوير التكنولوجيات الشمسية بشكل عام وإلى استمرار التقدم الذى نحتاجه لجعل الطاقة الشمسية أكثر فعالية من ناحية التكاليف . من خلال التركيز على الميادين الملائمة التى يمكن أن تشهد الاستخدامات الأولى للتكنولوجيات الشمسية فى حل المشاكل المائية ، يمكن أن نوسع من خياراتنا المائية بينما نوفر الدفعة الحيوية التى تحتاجها المرحلة التالية من تطوير الطاقة الشمسية .

ونحن نقترح إنشاء مركز لبحوث استخلاص المياه بالحرارة الشمسية من أجل تركيز الجهود فى مجالات البحوث والتطوير والتجارب على الميادين الملائمة لاستخدام التطبيقات الشمسية فى حل المشاكل المائية . إذ أن جهدا معقولا ودؤوبا وجيد التنسيق يمكن أن يسمح للطاقة الشمسية بأن تلعب دورا فى حل المشاكل المائية فى الوقت المناسب . وسيمنح أيضا دفعة قوية للجهود الحالية فى مجال الطاقة الشمسية .

هوامش

1- L . Awerbuch , "U . S Policy Structure on Middle East and North African Water Resouces , " Remarks at Conference on U . S . Foreign policy on Water Resources in the Middle East and the Horn of Africa , Center for Strategic and International Studies , Washington , D . C . , 20 February 1986 .

2- Solar Thermal Power , SP - 273 - 3043 , SERI (Solar Energy Research Institute), Golden , colo . , 1987 .

3- T . A . Lawand , "Systems for Solar Distillation , " Presented at the International Conference for Appropriate Technologies for Semi Arid Areas : Wind and Solar Energy for Water Supply , Berlin - West , 15 - 20 September 1975 .

4- Ibid .

5- J . Harding , "Apparatus for Solar Distillation , " proceedings of Institute of Civil Engineers , Vol . . 73 , PP . 284 - 288 , 1983 .

6- A . Delyannis and E . Delyainns " Solar Distillation plants of High Capacity "4th International Symposium on Fresh Water from the Sea , vol . 4 , PP . 487 - 491 , 1973 .

7- M . G . Latif , " Solar Desalination , " M . SC . Thesis , EL Minia University , Egypt 1983 .

8- S . K .Garg et al.,"Development of Humidification, Dehumidification Technique for Water Desalination in Arid Zones of India , " 2nd European Symposium on Fresh Water from the Sea , Athens , 9 - 12 May 1987 .

9- H . Ivekovic , " Water by Dehumidification of Air Saturated with Vapor Below 800 C , " 5th International Symposium on Fresh Water from the Sea , Vol . 2 , PP . 456 - 457 , 1976 .

10- C . N . Hodges et al . , Solar Distillation Using Multiple - Effect Humidification , office of Saline Water Research and Development progress Report # 194 , U . S . Department of the Interior , Washington , D . C . , 1966 .

11- H . Weihe , , " Fresh Water from Sea Waters : Distilling by Solar Energy , " Solar Energy , vol . 13 . PP . 439 - 444 . , 1972 .

12- S . M . A . Moustofa , D . I . Jarrar , and H . I . El - Mansy , " Performance of a self - Regulating Solar Multistage Flash Desalination System , " Solar Energy , vol . 35 , no . 4 , PP . 333 - 340 , 1985 .

13- B . W . Tleimat , " Optimal Water Cost from Solar Powred Distillation of Saline Water , " Proceedings Baghdad Conference (1-6 Decsmber 1981) , PP 459 - 489 .

14- Midwest Research Institute , SOLERAS Kansas city , MO . , 1986 .

15- W. J . Boegli M . M . Dahl , H . E Remmers , Southwest Region Solar pond Study for Three Sites - Tularosa Basin , Malaga Bend , and Canadian River , U . S . Department of the Interior , Denver , Colo . , 1984 .

16- Ibid .

17- D . B . Fletcher , " UV / Ozone process Treats Toxics , " Waterworld News , PP 25 - 28 , May / June 1987 .

18- Ibid .

19- Ibid . An additional referenc is H . W . prengle , C . E . Mauk , and J . E . payne " Ozone / UV oxidation of Chlorinated Compounds in Water , " Rorum on Ozone Disinfection , 2-4 June 1976 , Chicago , I 11 . , International Ozone Institute .

20- J . Thornton , Some Perspectives on the Potential for Solar Detoxification of HazardousWastes , RI / MR - 250-3122 , SERI , Golden , Colo . 1987

21- J . cooper and A . Nozick " Hydrogen Production Using photocatalytic Semi-conductor Powers and Colloids , " SERI Golden , Colo . , 1985 An additionnal Reference is D. F . ollis , "Heterogeneous : Photocatalysis for Water Purification : Prospects and Problems , " North Carolina State University , Raleigh N . C . , 1984 .

22- Cooper and Nozick , " Hydrogen production Using Photocatalytic Semiconductor Powers and Colloids . "

23- Ollis , " Heterogeneous photocatatlysis for Water Purification . "

24- M . Roth and and J . M Murphy , Ultraviolet - Ozone and Ultraviolet- Oxidant Treatment of pink Water (ARLLCD - TR 78057 , U . S . Army Armamen Research and Development Command , Dover , N . J . , 1987 . Additional references are B. Jackson and J . M . Lachowski , Overview of Pink Water Treatment Technology at DARCOM Facilities (AD - E 401 - 132) , U . S Army Armament Research and Development Cente , dove , N. J . , 1984 , and R . Hewet ," Preliminary Assessment of the Feasibility of Utilizing Solar Thermal Technology to Detoxify Pink Water , " SERI, Golden , Colo . , 1986 .

25- J . L.Graham and R . Dellinge , A Laboratory Evaluation of the Solar Incinerability of Hazardous organic Wastes SERI Progress Report , University of Dayton, 1985 . An additional reference is D . E Osborn , Spectrally Selective Beam Splitters Designet to Decouple Quantum and Thermal Solar Energy Conversion in Hybrid Concentrating Sustems SERI Final Report (XV - 4 - 04070 - 01) University of Arizona Tucson , 1987 .

26- Ibid .

الجدول (٥-١)

تكاليف التكنولوجيات الحرارية الشمسية

	تكاليف الكهرباء (دولار فى عام ١٩٨٤)	تكاليف حرارة التشغيل (دولارفى عام١٩٨٤)
تكاليف النظام - حالية		
المستقبلات المركزية	٢٩٠٠ / كيلووات كهرباء	٨٠٠ /كيلووات حرارة
الأطباق	٣٤٠٠ / كيلووات كهرباء	٧٨٠ / كيلووات حرارة
الأحواض		٧٦٠ /كيلووات حرارة
تكاليف الطاقة -- حالية		
المستقبلات المركزية	١٣, / كيلووات ساعة كهرباء	٢١ / مليون وحدة حرارية بريطانية
الأطباق	١٣, / كيلووات كهرباء	١٧ / مليون وحدة حرارية بريطانية
الأحواض		٣٠ /مليون وحدة حرارية بريطانية
تكاليف النظام -- مستهدفة فى التسعينيات		
المستقبلات المركزية	١٠٠٠ / كيلووات كهرباء	٢٧٠ / كيلووات حرارة
الأطباق	١٢٠٠ / كيلووات كهرباء	٤٣٠ / كيلووات حرارة
الأحواض		٣٧٠ / كيلووات حرارة
تكاليف الطاقة -- مستهدفة فى التسعينيات		
المستقبلات المركزية	٠٤, / كيلووات ساعة كهرباء	٧ / مليون وحدة حرارية بريطانية
الأطباق	٠٥, / كيلووات ساعة كهرباء	٩ / مليون وحدة حرارية بريطانية
الأحواض		٩ / مليون وحدة حرارية بريطانية

المصدر : U . S . Department of Energy , National Solar Thermal Technical Program , Five Year Research and Development plan, 1986 - 1990 , DOE / CE - 0160, 1986 .

الجدول (٥-٢)

أهم محطات التقطير الشمسى حتى عام ١٩٧٣

البلد	العام	متر مربع	الغطاء	ملاحظات
استراليا	١٩٦٣	٣٧٢	زجاج	أعيد بناوها
	١٩٦٦	٣٧٢	زجاج	تعمل
	١٩٦٦	٣ ١٦٠	زجاج	تعمل
	١٩٦٦	٣٧٢	زجاج	تعمل
	١٩٦٦	٥٥٧	زجاج	تعمل
	١٩٦٧	٤١٣	زجاج	تعمل
جزيرة كاب فيرد	١٩٦٥	٧٤٣	بلاستيك	توقفت عن العمل
	١٩٦٨			
شيلى	١٨٧٢	٤ ٤٦٠	زجاج	توقفت عن العمل
	١٩٦٨	١٠٠	زجاج	تعمل
اليونان	١٩٦٤	٢ ٦٨٦	بلاستيك	أعيد بناؤها
	١٩٦٨	٢ ٦٠٠	بلاستيك مقوى	تم تفكيكها
	١٩٦٥	١ ٤٩٠	بلاستيك	أعيد بناوها
	١٩٦٨	١ ٤٨٦	بلاستيك مقوى	توقفت عن العمل
	١٩٦٥	٣٨٨	بلاستيك	توقفت عن العمل
	١٩٦٧	٨ ٦٠٠	زجاج	تعمل
	١٩٦٨	٢ ٥٠٨	زجاج	تعمل
	١٩٦٩	٢ ٠٠٥	زجاج	تعمل
	١٩٧١	٢ ٢٠٠	زجاج	تعمل
	١٩٧١	٢ ٤٠٠	زجاج	تعمل

البلد	العام	متر مربع	الغطاء	ملاحظات
	١٩٧٣	٢٥٢٨	زجاج	تعمل
الهند	١٩٦٥	٣٧٧	زجاج	تعمل
المكسيك	١٩٦٩	٩٥	زجاج	تعمل
باكستان	١٩٦٩	٣٠٦	زجاج	تعمل
	١٩٧٢	٩٠٧٢	زجاج	تعمل
أسبانيا	١٩٦٦	٨٦٨	زجاج	تعمل
تونس	١٩٦٧	٤٤٠	زجاج	تعمل
	١٩٦٨	١٣٠٠	زجاج	تعمل
				تعمل
الولايات المتحدة	١٩٥٩	٢٢٨	زجاج	أعيد بناؤها
	١٩٦١	٢٤٦	زجاج	تم تفكيكها
	١٩٦١	٢١٦	بلاستيك	تم تفكيكها
	١٩٦٣	١٤٨	بلاستيك	تم تفكيكها
الاتحاد السوفيتى	١٩٦٩	٦٠٠	زجاج	تعمل
الانديز الغربية	١٩٦٧	١٧١٠	بلاستيك	تعمل

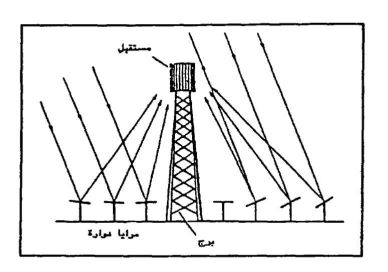
المصدر : مدحت لطيف ، إزالة الملوحة شمسيًا ، أطروحة لنيل درجة الماجستير فى العلوم ، جامعة المنيا ، مصر١٩٨٣ م .

الجدول (٥-٣)

ملخص تكاليف محطات إزالة الملوحة الوحيدة الغرض

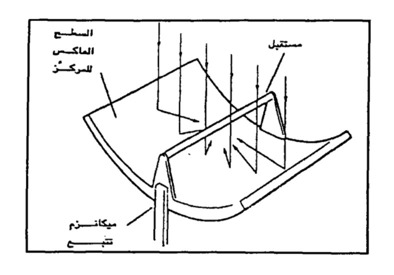
	تكاليف المياه المنتجة (دولار / المتر المكعب)			
	طاقة محلية وسيطة		طاقة الحمل الأساس	
	بركة شمسية	بترول	بركة شمسية	مجم
التناضح العكسى				
٢٠ . . . متر مكعب يوميا	,٥٣ - ٦١ دولار	,٧٢ - ,٨٦ دولار	,٥١ - ,٥٩ دولار	,٦١ - ,٦٦ دولار
٢٠٠ . . . متر مكعب يوميا	,٤٩ - ٥٦ دولار	,٦٨ - ,٨٢ دولار	,٤٧ - ,٤٩ دولار	,٥٧ - ,٦٢ دولار
التقطير المتعدد العمليات بالأنابيب الأفقية .				
٢٠ . . . متر مكعب يوميا	٤,١٦ - ٧,٩ دولار	٤,١٦ - ٧,٩ دولار	,٨٢ - ,٩٤ دولار	١,٩ - ٢,٢٥ دولار
٢٠٠ . . . متر كعب يوميا	٣,٥ - ٤,٩ دولار	٣,٥٠ - ٤,٩ دولار	,٦٥ - ,٨ دولار	١,٥٦-١,٨٦ دولار

المصدر : After . W . J . Boegli and M . M. Dahi , Suothwet Region Solar Pond Study for Three Sites - Tularosa , Basin, Malaga Bend , and Canadian River , U . S . Department of the Interior , Denver , Colo . , 1984 .



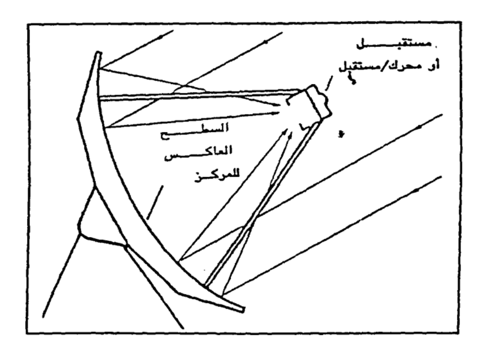
الشكل (٥-١)، برج طاقة ، أو نظام استقبال مركزى

معهد بحوث الطاقة الشمسية ، غولدن ، كولورادو



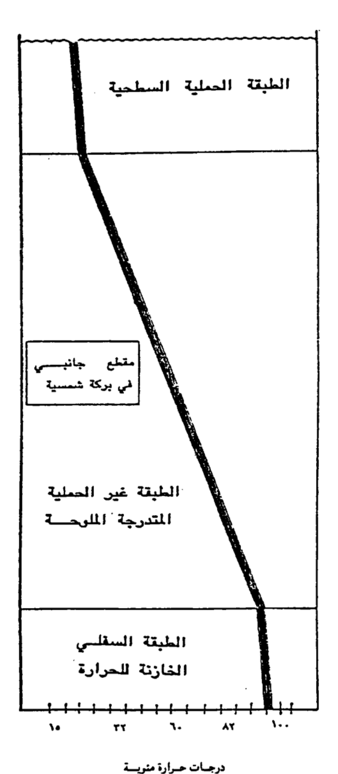
الشكل (٥-٢) ، نظام الأحواض المكافئية المقطع

معهد بحوث الطاقة الشمسية ، غولدن ، كولورادو

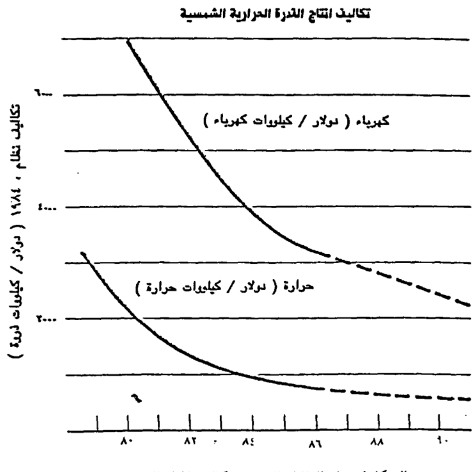


الشكل (٥-٣) نظام البؤر النقطية ، أو نظام الأطباق

معهد بحوث الطاقة الشمسية ، غولدن ، كولورادو

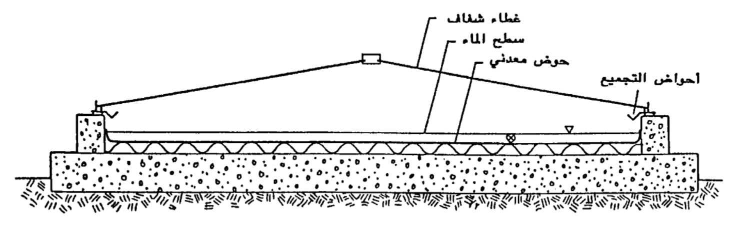


الشكل (٥-٤) ، بركة شمسية متدرجة الملوحة، مركز بحوث الطاقة والبحوث الشمسية في جامعة أريزونا

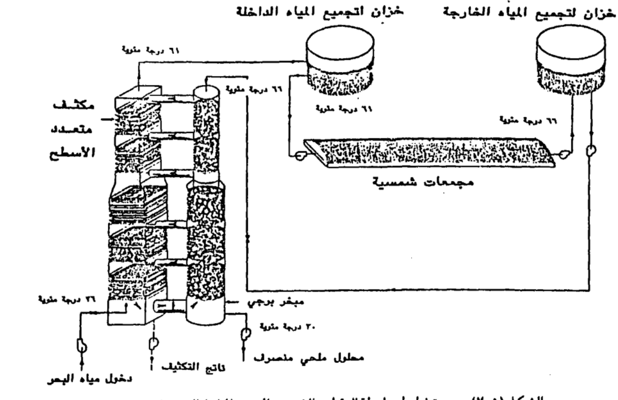


الشكل (٥-٥) ، الولايات المتحدة ، تكاليف الحرارة الشمسية

وزارة الطاقة الأمريكية ،البرنامج الوطني لتكنولوجيا الحرارة الشمسية.

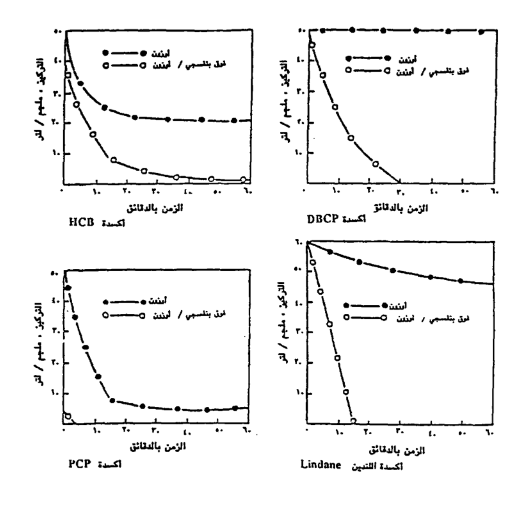


الشكل (٥-٦) ، وحدة تقطير شمسي . مركز بحوث الطاقة والبحوث الشمسية في جامعة أريزونا



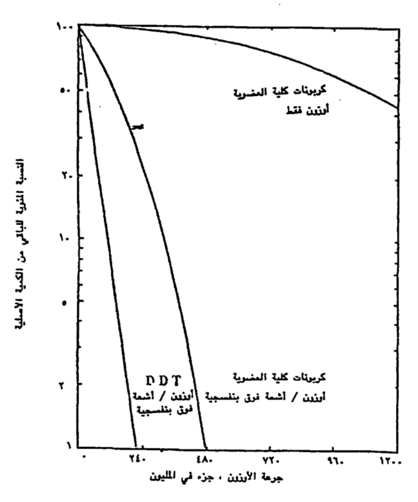
الشكل (٥-٧) ، رسم تخطيطى لمحطة التقطير الشمسى المتعدد المراحل التى ساهمت فى تشيدها جامعتا أريزونا الأمريكية وسونورا المكسيكية فى بييرتو بناسكو ، سومورا ، المكسيك

المصدر : A . B. Meinel and M . P. Meinied , Applied Solar Energy : An Introductio (Addison Weslyy Publishing CO . , Reading Mass . 1976) : 557.



الشكل (٨-٥) معدلات تفكيك مركب عضوى سام بالأوزون المحفز ضوئيا

المصدر : After D . B . Fletcher , " UV / Ozone Process Treats Toxics , Waterworld News , PP . 25 - 28 , May / June 1987 .



التشبع الأوزوني والأكسدة الضوئية للدى . دى . تى .

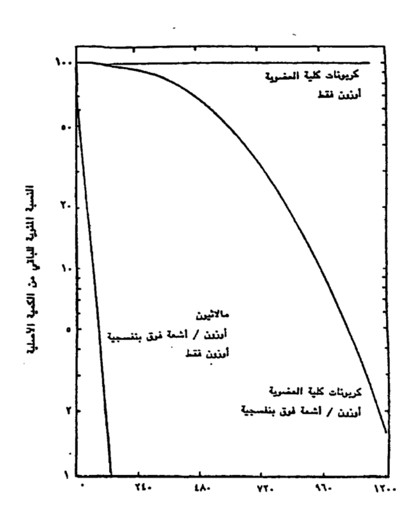
التركيز الأصلي ، ٦٠ جزء في المليون الكربونات

الكلية العضوية الأصلية ، ١٦ جزء في المليون.

الشكل (٥-٩) عملية تفكيك المبيدات بالأوزون المدعوم ضوئيا . لاحظ

زيادة معدلات التفاعل بالنسبة لتكسير الكربونات العضوية

المصدر : H . W Pringle , C . E . Mauk and J . E . Payne , " Ozone / U V Oxidation of Chlorinated Compounds in Water " Forum on Ozone Disinfection June 2-4, Chicago , Illinois , International Ozone Institute .



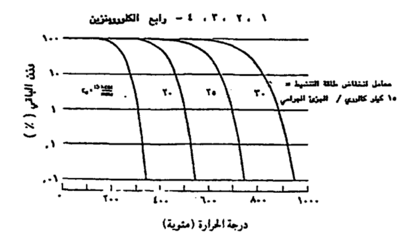
جرعة الأوزون ، جزء فى المليون

التشبع الأوزونى والأكسدة الضوئية للمالاثيون

التركيز الأصلى ، ٥٥ جزء فى المليون الكربونات

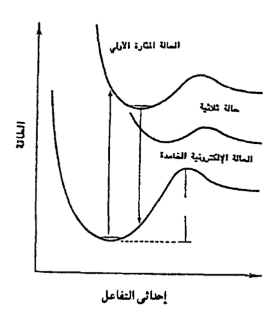
الكلية العضوية ، ٢٤ جزء فى المليون

تابع الشكل (٥-٩)



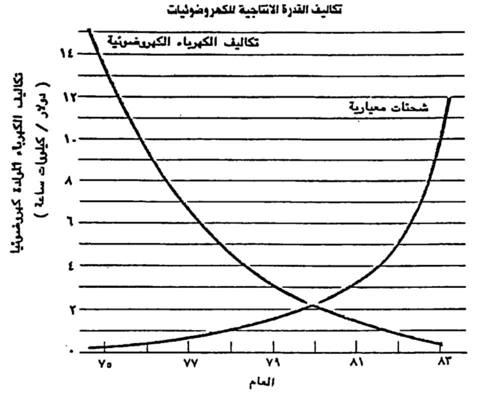
الشكل (٥-١٠) نموذج بالكمبيوتر يصور التفكيك الحرارى نتيجة لتأثير طاقة التنشيط

المصدر : J . L Graham and R . Dellinger , " A Laboratory Evaluation of the Solar Incinerability of Hazardous Organic Wastes , " Solar Energy Research Institute Progress Report , University of Dayton , 1985 .



الشكل (٥-١١) صورة لإحداثى تفاعل يصور التفاعل الإجمالى للمخلفات السامة الخطيرة

المصدر : J . L Graham and R . Dellinger , " A Laboratory Evaluation of the Solar Incinerability of Hazardous Organic Wastes , " Solar Energy Research Institute Progress Report , University of Dayton , 1985 .



الشكل (٥-١٢) التكاليف والشحنات الكهروضوئية فى الولايات المتحدة

وزارة الطاقة الأمريكية ، قسم تكنولوجيا الطاقة الكهروضوئية .

المصدر : U . S . Department of Energy Photovoltaic Energy Technology Division Five Year Research Plan , 1984 - 1988 . Photovoltaic : Electricity from Sunlight . DOE / 0072 , 1983



٦

الرى المباشر بمياه البحر
تكنولوجيا هامة لإنتاج الغذاء فى الشرق الأوسط

كارل إن . هودجز ، واين إل . كولينز

جيمس جى . رايلى

يحتاج إنتاج الغذاء إلى ضوء الشمس والمياه والتربة . ويصل إلى الأرض حوالى نصف جزء من بليون جزء من الإشعاع الكهرومغناطيسى المنبعث من الشمس ، لكن هذه الكمية تساوى أكثر من ٤٠٠ تريليون كيلووات ساعة سنويا . وتغطى المياه ٧١٪ من سطح كوكبنا ، وتحتوى المحيطات على ١٣٢٠ مليون كيلو متر مربع ، ويحتوى القطبان المتجمدان على مقدار أكبر ، وتغطى الأراضى الصالحة للزراعة ملايين الكيلومترات المربعة .

والأمر المؤسف أنه لم تتم الاستفادة دائما من هذه الظروف على نحو فعال فى الزراعة . فعلى سبيل المثال ، لم تستفد الأساليب الزراعية الحالية كما يجب من الطاقة الشمسية . وبالإضافة إلى ذلك ، تحصر المحيطات والقطبان المتجمدان أكثر من ٩٩٪ من إجمالى المياه ، لتبقى غير مستغلة أو يتعذر الوصول إليها . كما أن ٣٪ فقط من الأراضى هى التى يسمح مناخها بزراعة المحاصيل .. ومناخ المساحة المتبقية أما شديد الحرارة أو شديد البرودة أو شديد الرطوبة أو شديد الجفاف .

وتعتبر النباتات الخضراء هى أكثر الكائنات تجميعا واستغلالا للطاقة الشمسية من خلال كيمياء التمثيل الضوئى . وكلما ازدادت كمية ضوء الشمس كلما ازداد نمو النبات . وإذا توفرت المياه والتربة المناسبة ، يمكن للمناطق الصحراوية أن تصبح أكثر مناطق العالم إنتاجا للمحاصيل ، حيث تسطع الشمس بقوة لساعات طويلة يوميا .

وتحتاج الزراعة التقليدية إلى كميات ضخمة من المياه . ويسمح تكوين النبات بسهولة دخول ثانى أوكسيد الكربون إلى الأوراق . وتتمثل النتيجة الحتمية لذلك فى سهولة أكبر لدخول المياه ، نظرا للاختلاف فى تدرج تركيز الغاز والسائل . فتفقد النباتات كمية من المياه تزيد عن كمية ثانى أوكسيد الكربون التى تحصل عليها ، وينطبق هذا حتى على النباتات الصحراوية المقاومة للجفاف ، التى تعتبر بحق أكثر النباتات إسرافا فى استهلاكها للمياه .

وقد تحور العديد من نباتات الصحارى الخامدة بحيث أصبحت قادرة على الحصول على ثانى أوكسيد الكربون بسرعة عالية جدا عند هطول الأمطار أو عند توفر المياه . وتفقد ، بالتالى المياه بسرعة أكبر من النباتات الأخرى من أجل تمثيل الغاز .

والمفارقة أن الصحارى ، التى يمكن أن تصبح أكثر الأراضى إنتاجا للمحاصيل فى حالة توفر المياه ، تعانى وفقا لتعريفها من ندرة المياه . لكن عندما تعبر الأنهار الكبرى الصحارى فى طريقها إلى مصباتها فى البحارى تتبدى تلك الإمكانية المذهلة ، وأقرب مثال على ذلك وادى النيل وجنوب كاليفورنيا . وقد كانت المناطق الساحلية الصحراوية عديمة الجدوى لآلاف السنين ، حيث الأرض غير آهلة وغير مستغلة ، بينما هناك كميات لاحصر لها من المياه عند شواطئها ، وتتوفر هنا ، بكل معنى الكلمة كافة العناصر المطلوبة لأكبر قدر من الإنتاجية : المياه والأراضى وضوء الشمس . كذلك كان حلم زراعة الصحارى بمياه البحر قديما قدم الزراعة نفسها . وتكررت مرارا المحاولات الرامية إلى تحقيق هذا الحلم . ومع ذلك ، تبين الخبرة الممتدة أن النباتات الغذائية تذبل وتموت عند درجة ملوحة تقل بكثير عن ملوحة مياه البحر . وهو أمر لايدعو إلى الدهشة . فقد كانت النباتات الغذائية التى اكتشفها الانسان وقام بزراعتها بعد ذلك نباتات مياه عذبة بسبب النماذج الجغرافية للتاريخ .

ولم يمنح العلم اهتماما كافيا للنباتات البرية التى تحتمل المياه المالحة .. وهى نباتات لا تتعايش فقط مع مياه البحر بل وتتغذى عليها أيضا ويطلق اسم النباتات الملحية ha loph-ytes على النباتات البرية التى تحتمل درجات ملوحة مختلفة . وكانت هذه النباتات قد نمت وتحورت فى مناطق لاتتوفر فيها سوى المياه المالحة التى لاتصلح للنباتات التقليدية . واعتمدت بعض هذه النباتات فى ريها على حركة المد والجزر . ولاتتعايش هذه النباتات مع المياه العذبة وتصيبها مياه الأمطار بالذبول . ويطلق اسم النباتات الملحية المحسنة eu-halophytes على النباتات التى تعيش على مياه البحر ، بل وتحتاج إلى التركيز العالى لكلوريد الصوديوم فيها . أما الأملاح التى تضطر هذه النباتات إلى إدخالها من أجل الحصول على المياه فتخزن على انفراد فى خلايا النبات حيث لاتتدخل فى عملية البناء الضوئى . ومن أجل تقليل كمية الأملاح الداخلة ، قللت هذه النباتات من كمية المياه الداخلة أيضا ، وهى تستفيد من المياه بفعالية شديدة وتحافظ عليها جيدا حتى أن احتياجاتها من المياه تقل عن نصف أو ثلث احتياجات النباتات الأخرى .

وتجاهل الفلاحون ، باستثناءات قليلة ، النباتات الملحية لأنها تنمو فى أماكن غير مأهولة. فالعديد من هذه النباتات ذو طعم مالح وقريب الشبه بالأعشاب الضارة ، رغم أن المواشى

ترعى على شجيرات النباتات الملحية فى المناطق النائية فى صحراء استراليا لأنه لاتوجد هناك سوى أعشاب قليلة أخرى .

ومع ذلك ، أثبتت النباتات الملحية ، عند إجراء البحوث عليها ، أنها تمتلك مميزات مذهلة. ومن بين هذه المميزات أنها ذات إنتاجية كبيرة ، وتحتوى على نسبة بروتين عالية وعلى زيوت نباتية ذات نوعية جيدة ، ويمكن أن تستخدم كأعلاف لاتحتاج دائما إلى إزالة أملاحها وعندما تحتاج لذلك فان هذا يتم ببساطة ودون تكلفة كبيرة . وبالإضافة إلى ذلك ، توجد طائفة كبيرة من النباتات الملحية ليست مفيدة كغذاء للإنسان أو الحيوان لكنها تتمتع بصفات جذابة كنباتات زينة تروى بماء البحر .

وقد أجرى مختبر بحوث البيئة فى جامعة أريزونا العديد من البحوث حول هذه النباتات المجهولة طوال عقد كامل . وبدأ هذا المشروع أثناء إجراء اختبارات للتوصل إلى وسيلة مفيدة للتخلص من مياه البحر المستخدمة بعد تخصيصها فى مزارع تربية أسماك القريدس (الجمبرى) البحرية . ونحن مقتنعون بضرورة ارتباط بل وتكافل الزراعة وتربية الأسماك البحرية .

وكان النجاح المبكر الذى تحقق مع عينات من نباتات ملحية جمعت عشوائيا من مساحة صغيرة فى الصحراء المكسيكية قد أفضى إلى أربع سنوات من البعثات المشتركة إلى الصحارى الساحلية والداخلية فى أنحاء متفرقة من كوكبنا . ونحن الآن نمتلك ما يعتقد أنه أكبر مجموعة من جينات النباتات الملحية فى العالم ، مع أكثر من ألف النباتات المهجنة . ونقوم فى برنامج طويل الأمد ، بعملية فرز لهذه النباتات على أساس فائدتها وقدرتها على تحمل الأملاح ، وبدأنا أيضا فى تربية وزراعة بعض العينات المنتقاة الواعدة .

زراعة النباتات الملحية

أثناء التجارب على عينات النباتات الملحية المنتقاة ، توصلنا إلى نبات متعدد الأغراض ذى بذور زيتية أطلقنا عليه اسم إس . أو . إس – ٧ ، SOS - 7 (نسبة إلى سبعة أعوام من الانتقاء المكثف للعينات) . وهذا النبات سلالة محسنة من الساليكورنيا Salicornia (وسنشير إليه اختصار باسم سوس – ٧) . وقد قمنا بزراعته طوال عدة سنوات فى مزارع تجريبية فى المكسيك (فى منطقة خليج كينو فى سونورا) وفى الإمارات العربية المتحدة (فى إمارتى الشارقة وأبوظبى) . ويجرى الآن تسويق هذا النبات من خلال شركة جديدة ، وهى هالوفيت إنتربرايزس ، وكانت هذه الشركة قد تحملت مسؤولية تمويل معظم البحوث التجريبية.

ويصل عمر محصول نبات سوس - ٧ إلى سبعة شهور ، ويروى بماء البحر ويحتاج أساس بهذا المحصول عشرين طنا متر من المادة النباتية الخامة . وبالمقارنة مع نبات سوس - ٧ ، فان نبات البرسيم (الفصفصة) ، الذى يحتاج إلى كميات كبيرة من المياه العذبة ، ينتج ما يتراوح بين ٥ , ٢٠ طنا متريا للهكتار .

وتمثل الحبوب الزيتية طنين (١٠٪ من المحصول) من العشرين طنا . ولاتحتوى هذه البذور على أى أملاح . ويمكن تحويل ٣٠٪ من البذور (٦, طن) إلى زيت نباتى عالى الجودة يخصص للاستهلاك الآدمى . وتستخدم الكمية المتبقية من البذور بعد استخراج الزيت (١,٤ طن) كعلف غنى بالبروتين (٤٣٪) للماشية والدواجن . أما الثمانية عشر طنا الباقية من المادة النباتية الأصلية فهى عبارة عن قش (تبن) يحتوى على سبعة أطنان أملاح . ويمكن التخلص من ٦٥٪ من الأملاح بسهولة من خلال نقع بقايا النبات فى مياه البحر نفسها ، ويعقب ذلك عملية شطف قصيرة ، وتغل هذه المعالجة أكثر من ثلاثة عشر طنا من التبن الذى يستخدم للماشية .

والأمر الفريد هنا هو إنتاج الزيوت النباتية من محصول يُروى بماء البحر . ويتم استخلاص الزيوت من بذور النبات بالطرق التقليدية باستخدام طارد أو مذيب كيماوى ، بطريقة تشبه استخلاص الزيوت من فول الصويا . وقد تولى مختبرنا إجراء التجارب المتعلقة بتحديد صفات وخصائص الزيوت ثم أجريت تلك الاختبارات ثانية وعلى نحو منفصل فى مختبرات شركة آرشر دانييلز ميدلاند ، وهى أكبر شركة زراعية فى الولايات المتحدة .

ويوصف زيت السوس - ٧ بأنه يماثل على الأقل زيت العصفر Safflowr Oil . وهو غنى بحامض اللينوليك (حامض زيت الكتان) ، الأمر الذى يعنى أنه زيت غير مشبع ، وهى صفة مطلوبة الآن فى كل الأنظمة الغذائية . وأثبتت التجارب الجامعية أنه يمكن أن يحل بسهولة محل زيت العصفر أو الزبد فى كل وصفات الطهى ، وظروف تخزينه تماثل ظروف تخزين زيت فول الصويا ويمكن هدرجته لإطالة فترة صلاحيته .

وعند مقارنته بالزيوت النباتية الأخرى ، نجد أنه يتمتع بنسبة كلوروفيل عالية . ويكتسب شكل زيت الزيتون إذ عولج بعملية تبييض bleaching واحدة فى محطة التكرير . وقد تبدو تلك ميزة تسويقية مرغوبة فى بعض المناطق ، رغم أنه يمكن إزالة اللون بأكمله بعملية تبييض جديدة .

وبالإضافة إلى ذلك ، يمكن إزالة استخدام هذا النبات المروى بمياه البحر كمحصول لإنتاج العلف . فبعد الحصاد ، لايتم فصل البذور الغنية بالزيوت ، كما هو الحال مع نبات الفصفصة، لكن يجرى تجميع النبات بأكمله لتغذية الماشية . وفى المناطق الصحراوية التى تستورد كل الأعلاف التى تستخدمها يعتبر السوس - ٧ فعليا أكثر قيمة كغذاء للحيوان منه كمصدر للزيت النباتى .

ومنذ عام ١٩٨٣ ، أجريت سلسلة من تجارب التغذية فى الولايات المتحدة والمكسيك والإمارات العربية المتحدة لتحديد فعالية السوس - ٧ كمحصول علفى . وشملت هذه التجارب المستمرة الثيران والماعز والأغنام . وقد وجد أن الثيران التى تمت تغذيتها بكميات متساوية من نبات الفصفصة * والسوس - ٧ المنزوع الملوحة فى وجبات منفصلة قد حققت زيادة متساوية فى الوزن ، مع ملاحظة أن التعميم فى هذا المجال محفوف بالمخاطر . وحققت الماعز والأغنام تقدما ممتازا مع وجود نسب مئوية كبيرة من النباتات الملحية غير المغسولة فى وجباتها . وفى التجارب التى تُجرى حاليا فى الإمارات العربية المتحدة ، تتكون وجبات الأغنام من ١٠٠٪ من علف السوس - ٧ المغسول وغير المغسول . وهو ما يعنى الاستغناء تماما عن حشائش رودس Rhodes grass التى تنمو على المياه العذبة وتستوردها حاليا معظم بلدان المنطقة . ولايختلف تصميم وتشغيل مزارع السوس - ٧ عن المزارع الأخرى ، باستثناء ضرورة وجودها بالقرب من ساحل البحر ، لتوفير مياه الرى مباشرة من البحر أو من الآبار . وقد تتناسب أنواع أخرى من النباتات الملحية مع المناطق الداخلية ذات التربة المالحة أو التى لايتوفر فيها سوى مياه جوفيه مالحة .

ويحتاج السوس - ٧ ، مثله فى ذلك مثل أى نبات آخر ، إلى عدة متطلبات فهو نبات مناخ حار : ويحتاج بالتالى إلى درجة حرارة تزيد باستمرار على ٢١ درجة مئوية أثناء المائة وعشرين يوما الأخيرة من عمر النبات وينبغى أن تكون درجة الحرارة المستخدمة عند الرى أكثر من ١٨ درجة مئوية . ويجب أن تقترب كمية المياه التى يحتاجها المحصول من ضعف المعدل المحلى للبخر . ويروى المحصول يوميا بعد ظهور البذور وبمعدل أقل قبل هذا ، ورغم أن مياه البحر والتربة تحتويان على معظم ما يحتاجه النبات من غذاء ، فان استخدام المخصبات الإضافية ، مثل مركبات النيتروجين والفوسفور ، يؤدى إلى زيادة الغلة .

---

* الاسم العربى للبرسيم الحجازى (٣)

ولاتختلف طريقة إعداد الأرض للزراعة عن طريقة إعداد الأرض للرى بالغمر . وقد يحتاج الأمر إلى نظام صرف فى الحقل إذا كانت هناك طبقة معوقة بالقرب من سطح التربة . ولاتختلف العمالة المطلوبة عن العمالة العادية ولاتستخدم سوى الآلات والمعدات الزراعية العادية . وتفترض خبراتنا فى المكسيك والشرق الأوسط أنه يمكن زراعة المحصول باستخدام العمالة اليدوية والجر بالحيوانات فى المناطق الأقل تطورا .

ويمكن حساب العائد من المحصول بالمقارنة مع الأسعار السائدة فى المنطقة المعنية . فتحسب قيمة النباتية والجريش والتبن بالمقارنة مع تكاليف المنتجات المشابهة ، ويحسب سعر العلف الحيوانى عادة على أساس قيمته الغذائية .

ولاينبغى أن يؤدى استخدام مياه البحر فى الرى إلى تحويل سطح الرتبة إلى سطح مالح ، فأملاح مياه البحر لاتتراكم على سطح الأرض ، إذ تحمل كل رية الأملاح معها إلى أسفل ، وتترشح الأملاح بعيدا عن منطقة نمو جذور النبات إذا كانت التربة عالية النفاذية ولاتوجد طبقة معيقة . أما إذ كانت التربة قليلة النفاذية ، سيحتاج الحقل إلى قنوات صرف ، حيث تجرف مياه الصرف الأملاح الزائدة معها .

ويجب أيضا ألا يؤدى الرى بمياه البحر إلى تلرث المياه الجوفية فى المنطقة . وهنا ينبغى أن تكون المياه الجوفية تحت الزراعات المروية بمياه البحر مالحة ، وإلا تعين الابتعاد عن أى زراعة من هذا النوع ، إذ لايمكن أن ينصح أحد بمحاولة استخدام مياه البحر لرى أرض تعلو خزانات المياه الجوفية العذبة ، لأن هذه التكنولوجيا تناسب السواحل الصحراوية التى لاتتوفر فيها مياه جوفية عذبة .

وباختصار ، فان تصميم وهيكل وتشغيل وغلة وعائد مزارع النباتات الملحية لاتختلف كثيرا عن مثيلاتها بالنسبة للمزارع التقليدية الجيدة الإدارة التى تنتج محصولا علفيا يروى بالماء العذب فى نفس المنطقة .

لكن الأمر المختلف هنا هو بالطبع الرى بمياه البخر فهذه المحاصيل تنتج ليس فقط الغذاء والعلف من أرض ومياه غير مستغلة وغير قابلة للاستغلال ، ولكنها توفر أيضا كميات ضخمة من المياه العذبة ، التى يمكن توفيرها لأغراض أخرى أكثر إفادة . ويتراوح طول السواحل الصحراوية غير المأهولة فى العالم بين ٢٠ ألف و٤٠ألف كيلو متر . أما عرض أو عمق ، الأراضى التى يمكن زراعتها بماء البحر (عند مستويات حدها الأقصى ١٥٠ مترا فوق

سطح البحر) فقد يصل إلى عدة كيلو مترات على الأقل . لكن الأمر المؤكد هو أن مساحة الصحارى الساحلية التى يمكن زراعتها بالنباتات الملحية تقدر بمئات الآلاف من الكيلومترات المربعة ، أو بملايين الهكتارات .

المواقع المحتملة لزراعة النباتات الملحية

يتوقف ما يمكن القيام به فيما يتعلق بزراعة النباتات الملحية على العوامل المرتبطة بالموقع . وفيما يلى بعض الأمثلة : استوردت الهند فى عام ١٩٨٦ ما يقرب من ربع استهلاكها من الزيوت النباتية - أى ١,٢ مليون طن سنويا - بقيمة قدرها ٤٠٠ مليون دولار . وفى نفس الوقت ، زادت ملوحة مساحة قدرها ١,٢ مليون هكتار من الأراضى الخصبة قرب خليج كوتش بحيث أصبح من الصعب زراعتها بسبب الإفراط فى ضخ المياه الجوفية لتلبية حاجات الزراعة ، الأمر الذى أفضى إلى تسرب مياه البحر إلى خزانات المياه الجوفية فى المنطقة . وتحولت الآبار الآن إلى آبار مياه مالحة ، وهو ما أدى إلى إفقار أكثر من مليون نسمة فى ٨٠٠ قرية .

ويمكن لمائتى مليون هكتار من نبات السوس - ٧ ، يزرع نصفها فى هذه المنطقة المالحة ، أن توفر كل الزيوت النباتية التى تستوردها الهند حاليا . وبالإضافة إلى ذلك ، سيتم توفير ضعف كمية الجريش وأكثر من ٢٥ مليون مليون طن من علف الماشية . وتتجاوز قيمة العلف قيمة الزيوت النباتية والجريش معا .

وتستورد مصر نصف مليون طن من الزيوت النباتية سنويا ولاتغطى المساحة المزروعة سوى ٣٪ من مساحتها ، ومعظم هذه المساحة محصور فى دلتا النيل وواديه الذى يشق صحراء مصر ويبلغ طوله ألف كيلو متر - وهو شريط من الأراضى الزراعية الضيق . ومع هذا تحتفظ مصر بحدود ممتدة مع البحرين المتوسط والأحمر وخليج العقبة ويبلغ طول هذه السواحل نحو ٢١٤٠ كيلو متر ، أى أكثر من ضعف طول وادى النيل .

وإذا زرعت المناطق الساحلية المصرية بعمق أربعة كيلو مترات بنبات سوس - ٧ ورويت بمياه البحر ، فان هذه المساحة (٨٥٦ ألف هكتار) ستزيد على مساحة وادى النيل بأكمله . وسيغل هذا المحصول نصف مليون طن من الزيوت النباتية ، الأمر الذى سيؤدى إلى الاستغناء عن الاستيراد . وسيوفر المحصول أيضا مليون طن من الجريش (أى ضعف الكمية المستوردة حاليا)، بالإضافة إلى ١١,٤ مليون طن من العلف - وهى كمية تكفى لتوفير ٨٠٪ من أعلاف كل الجاموس والماشية والأغنام والماعز والجمال فى مصر .

وسيوفر هذا المحصول لمصر ما يقرب من ٢٥٠ مليون دولار سنويا من وارداتها بالعملة الصعبة ، والأهم من هذا وذاك أنه مع تحول مصر إلى زراعة النباتات الملحية المنتجة للزيوت النباتية والأعلاف والتى تُروى بماء البحر ، فانها ستوفر تلك الأراضى المروية بالمياه العذبة والتى تزرع الآن بالبرسيم - وهى مساحة تصل إلى ٧٠٠ ألف هكتار . ويمكن استخدام هذه الأراضى الخصبة فى إنتاج الحبوب أو الخضروات مثل الأرز أو القمح أو الطماطم .

ويمكن وضع تقديرات مماثلة بالنسبة للمناطق القاحلة والاستوائية التى تتوفر فيها المعايير الرئيسية الاقتصادية والطبيعية : ساحل البحر ، ونقص المياه العذبة ، ومناخ حار ، وسوق يحتاج إلى محاصيل البذور الزيتية والأعلاف ، وفرص الدعم المالى من الوكالات المحلية والدولية . وتبرز هنا بشكل خاص دول شمال أفريقيا والشرق الأوسط وشرق أوروبا ، رغم وجود صحارى ساحلية فى أمريكا اللاتينية أيضا .

ومن السهل إدراك حجم تأثير تطورات من هذا النوع على موارد المياه وعلى العلاقات الدولية المرتبطة بحصص الموارد المائية . ويزداد الإغراء لمد استنتاجاتنا إلى ما هو أبعد من هذا .

وعلى سبيل المثال ، هناك تصور بعيد عن العاطفة يفترض أن موارد أفضل للمياه قد تكون خيطا آخر يمكن من خلاله البدء فى مهمة فك تلك العقدة المفصلة - ألغاز الشرق الأوسط وانفعالاته المتأججة . وقد يرى خبراء شؤون المنطقة فى هذا التصور تصورا ساذجا لاأمل فيه .فليس هناك تصورات بعيدة عن العواطف فى الشرق الأوسط . كما أن تلك العقد مربوطة بأشياء مختلفة تماما .

وسيقاوم كل علماء السياسة المحنكين تقريبا الإغراء باستنتاج المزيد - لكن من الناحية الأخرى ، ماذا يمنع أن نسير وراء هذا الإغراء .

٧
خط أنابيب السلام التركى

سيم دونا Cem Duna

فى شهر فبراير / شباط من عام ١٩٨٧ ، وأثناء زيارته الرسمية للولايات المتحدة ، طرح رئيس الوزراء التركى تورجوت أوزال للمرة الأولى فكرة إنشاء خطين لأنابيب المياه يمتدان من تركيا إلى أجزاء أخرى فى الشرق الأوسط . ومن شأن مشروع " خط أنابيب السلام " أن يسمح لتركيا بتقاسم مياه نهرى سيحان وجيحان مع بلدان أخرى فى المنطقة .

وينبع نهرا سيحان وجيحان ويجريان بأكملهما داخل تركيا . ويتخذان مسارين متوازيين على محور شمال / جنوب إلى أن يصبا فى البحر المتوسط عند خليج الإسكندرونة . ويبلغ إجمالى متوسط التدفق اليومى للنهرين نحو ٣٩,١٧ مليون متر مكعب ، تخطط تركيا لاستغلال ما يقرب من ٢٣,٠٧ مليون متر مكعب منها فى الرى وتوليد الطاقة الكهرومائية . أما الكمية المتبقية ، ومقدارها ١٦,١ مليون متر مكعب ، فتذهب إلى البحر المتوسط .

ومن أجل الاستفادة من هذا التدفق غير المستغل ، عهدت الحكومة التركية لشركة براون أند روت انترناشيونال Brown and Root International , Inc باعداد دراسات جدوى تقنية واقتصادية لمشروع خط أنابيب المياه .

وسيقوم خط الأنابيب الغربى المقترح بضخ ٣,٥ مليون متر مكعب من المياه يوميا عبر خط أنابيب يغطى مسافة تقرب من ٢٧٠٠ كيلو متر . وسيتراوح قطر الأنابيب بين ثلاثة وأربعة أمتار . وسوف تقام محطات ضخ على طول الطريق لدفع المياه إلى الأراضى العالية ، وستقام أيضا محطات طاقة لتوليد الكهرباء المطلوبة . وسيتكون خط الأنابيب الغربى من مرحلتين ، تصل المرحلة الأولى إلى عمان وتمد المياه إلى المدن التالية : حلب وحماة وحمص ودمشق ، وتوازى المرحلة الثانية المرحلة الأولى وتصل إلى مدن المملكة العربية السعودية : تبوك والمدينة وينبع ومكة وجدة . وتقدر تكاليف الخط الغربى بنحو ٨,٥ مليار دولار أمريكى . ومن المتوقع أن يزود عدد يتراوح بين ثمانية وتسعة ملايين شخص بكميات من المياه تصل إلى ٤٠٠ لتر يوميا للشخص الواحد وستوزع المياه على المدن المختلفة حسب الكميات المشار إليها الجدول (٧-١) .

ويمكن أن يمتد خط الخليج ليشمل مدن : الكويت (الكويت) ، والدمام والخبر والهفوف (السعودية) ، والمنامة (البحرين) ، والدوحة (قطر) ، وأبوظبى ودبى والشارقة ورأس الخيمة

والفجيرة وعجمان وأم القيوين (الامارات العربية المتحدة) ، ومسقط (عمان) . وسيبلغ إجمالى طول الخط نحو ٣٩٠٠ كيلو متر ويضخ من خلاله ٢,٥ مليون متر مكعب من المياه يوميا . ويقدر عدد الذين سيستفيدون من هذا الخط بنحو ستة أو سبعة ملايين نسمة ، حيث يصل نصيب الفرد إلى ٤٠٠ لتر من المياه يوميا . وتشير التقديرات إلى أن تكلفة هذا الخط قد تصل إلى ١٢,٥ مليار دولار أمريكى . ويبين الجدول (٧-٢) التوزيع اليومى للمياه عبر هذا الخط ، وسيحتاج خط الخليج إلى عدد من محطات الضخ أقل من ذلك العدد الذى سيحتاجه الخط الغربى نتيجة لعوامل طوبوغرافية ، الأمر الذى يعنى إنفاقا أقل على الطاقة والعمالة وتوليد الكهرباء .

ومن المتوقع أن يستغرق إنشاء الخطين تسعة أو عشرة أعوام . ومن ثم ، ينبغى التعامل معهما بوصفهما من المشاريع البعيدة المدى فحسب . وعلى كل بلد أن تطور على المدى القصير استراتيجيتها الخاصة . ومن المزمع بناء الجزء الأكبر من خط الأنابيب على شكل أنابيب اسطوانية من الخرسانة السابقة الاجهاد Prestressed Concrete التى يمكن تصنيعها فى المنطقة . وهو ما يعنى إمكانية تقليل تكاليف الإنشاء . وتتضمن الارقام التى ذكرناها عن تكلفة خطى الأنابيب ٨,٥٠٠ مليار دولار للخط الغربى و ١٢,٥ مليون دولار لخط الخليج .. التكاليف الشاملة لعمليات التشييد والتشغيل والصيانة وتوليد الكهرباء .

وستكون المياه المنقولة بواسطة الخطين ذات جودة عالية ولن تتطلب سوى معالجة محدودة ، بشكل رئيس عملية التطهير بالكلور . وسيخصص هذا الماء فى الأساس للاستهلاك المنزلى ، وعلى الرغم من أن الطلب الموسمى قد يتغير ، إلا أنه من المزمع أن يظل التدفق فى خط الأنابيب إلى خزانات الاستقبال ثابتا . ومن المتوقع أيضا أن يتكامل كل من الخطين مع الموارد الموجودة لا أن يتنافس معها . وعلى سبيل المثال ، ليس من المستهدف أن تحل المياه المتوفرة من الخطين محل المياه المنتجة عن طريق إزالة ملوحة مياه البحر .

ولن تكون تكاليف إنشاء المشروع حائلا دون تنفيذه ، خاصة إذا ما قورنت بتكاليف العمليات الأخرى مثل إزالة ملوحة مياه البحر . إذ أن متوسط تكلفة المتر المكعب من المياه المنقولة عبر الخطين تبلغ ٨٤. دولار بالنسبة للخط الغربى و ١,٠٧ دولار بالنسبة لخط الخليج، وهى تكلفة تقل بكثير عن التكلفة المدعومة للمياه التى تنتجها محطات إزالة الملوحة. وبالتالى تثبت المياه المستمدة من الخطين أنها إضافة جيدة التكلفة إلى الموارد الأخرى فى المنطقة .

ومن الممكن أن يتم تمويل المشروع من خلال طائفة من المصادر المتباينة . إذ يمكن أن تشكل المنظمات الدولية ، مثل البنك الدولى للانشاء والتعمير وبنك التنمية الاسلامى ، اتحادا ماليا (كونسرتيوم) عريضا يضم أيضا بنوكا استثمارية ومؤسسات خاصة أخرى وستستخدم خطة التمويل كذلك مساهمات مالية من الدول المستفيدة . وعلاوة على ذلك ، ستكون البلدان المستفيدة من الخط مسؤولة عن صيانة أجزاء الخط التى تقع داخل أراضيها .

إن المشروع ملائم تماما من النواحى المالية والتقنية والبيئية . لكن العقبة الفعلية الوحيدة ذات طبيعة سياسية . فالمصالح المطلوب التوفيق بينها شديدة التنافر إلى حد أن المرء يمكن أن يزعم بسهولة استحالة إيجاد قاسم مشترك بينها والمطلوب إذن هو إقناع كل بلد مستفيد على حدة - والكثير منهم أعداء قدامى - بأن مصلحته على المدى البعيد تقتضى إنشاء وتشغيل وحماية هذا الشريان الحيوى وليس خلق رهينة أخرى تلحق الأذى بالمنطقة ، وتدعو حكومة تركيا الآن البلدان الأخرى فى المنطقة إلى الانضمام إلى هذا المشروع . وتتعهد تركيا بلم شمل كل الأطراف بروح التعاون والاتفاق .

وعلى الرغم من اعتراف الحكومة التركية بالعوائق التى تقف فى طريق هذا التعاون إلا أنها تؤمن بأن التعقل هو الذى سيسود فى النهاية . وكما قال رئيس الوزراء تورجوت أوزال ، فانه مع زيادة التعاون الاقتصادى وتعبئة الموارد الاقليمية يمكن تخفيف التوتر السياسى فى المنطقة . ويمكن أن يؤدى هذا التعاون فى نهاية المطاف إلى ازدهار عام ، سوف يكون من صالح هذه البلدان مجتمعة صيانته . وبتعبير آخر سيحضر تعزيز العلاقات الاقتصادية عملية بناء مستقبل مشترك للمنطقة . وسيؤدى هذا بدوره إلى دور أكبر للشرق الأوسط فى المجتمع الدولى .

ولهذا السبب ، أسمت حكومة تركيا هذا المشروع " خط أنابيب السلام" فهى تؤمن بأن البشر عندما يسدون حاجاتهم الأساسية ، مثل الماء ، سيتجهون إلى صيانة هذه الموارد بدلا من سعيهم إلى حرمان أعدائهم ، وفى نهاية الأمر أنفسهم وأحبائهم ، منها وعلى أساس هذا الفهم ، يمكن أن يتم بناء السلام ، بوصة تلو الأخرى ، لكنه سيكون صلبا بما يكفى لتأمين المستقبل الذى نتطلع إليه جميعا .

جدول (٧-١)

توزيع مياه خط الأنابيب الغربى

الموقـــــع	متر مكعب / يوميا
تركيا	٣٠٠ ...
سوريا	
حلب	٣٠٠ ...
حماه	١٠٠ ...
حمص	١٠٠ ...
دمشق	
الأردن	٦٠٠ ...
عمان	
السعودية	٦٠٠ ...
تبوك	١٠٠ ...
المدنية	٣٠٠ ...
ينبع	١٠٠ ...
مكة	٥٠٠ ...
جدة	٥٠٠ ...
الإجمالى	٣٥٠٠ ...

المصدر : Brown & Root International , Inc . Preteasibility Studies

جدول (٧-٢)

توزيع مياه خط أنابيب الخليج

الموقـــع	متر مكعب / يوميا
الكويت	٦٠٠ ٠٠٠
السعودية	
الجبيل	٢٠٠ ٠٠٠
الدمام	٢٠٠ ٠٠٠
الخبر	٢٠٠ ٠٠٠
الهفوف	٢٠٠ ٠٠٠
البحرين	
المنامة	١٠٠ ٠٠٠
قطر	
الدوحة	١٠٠ ٠٠٠
الامارات العربية المتحدة	
أبوظبى	٢٨٠ ٠٠٠
دبى	١٦٠ ٠٠٠
الشارقة / عمان	١٢٠ ٠٠٠
رأس الخيمة / الفجيرة / أم القيوين	٤٠ ٠٠٠
عمان	
مسقط	٢٠٠ ٠٠٠
الإجمالى	٢ ٥٠٠ ٠٠٠

المصدر : Brown & Root International , Inc . Preteasibility Studies

٨

بنية سياسة الحكومة الأمريكية

جويس ستار ودانييل ستول

في عام ١٩٨٧ ، ألقى بيتر مكفرسون ، مدير وكالة الولايات المتحدة للتنمية الدولية *، كلمة أمام مجموعة من أبرز خبراء المياه الأمريكيين أكد فيها على أن " تنمية . . . موارد المياه هي إحدى القضايا الحرجة بالنسبة للسياسة الخارجية " (١) لحكومة الولايات المتحدة . وكانت الولايات المتحدة قد قامت منذ الخمسينيات ، من خلال وزارات ووكالات مختلفة ، بتنفيذ برامج مساعدات تقنية واسعة ومشروعات تنمية في الشرق الأوسط . وفي هذا السياق، تم تصميم وتنفيذ مشروعات لتحقيق كل الأهداف المدروسة بما في ذلك محطات معالجة مياه الصرف ، ودراسات الجدوى لبناء السدود ، وبرامج تدريب لخبراء من المنطقة .

وفي هذا الفصل ، سنقوم بتقييم نشاطات الوكالات الفدرالية العاملة في مجال تطوير موارد المياه في الشرق الأوسط . وينصب اهتمامنا هنا على مجالات مسؤولية الوكالة . وبرامجها ، والتفاعل بين الوكالات ، والقيود التي تحد من جهود التنمية ، ويركز هذا التحليل على دور الوكالات الفدرالية في ملاحقة مشاكل المياه الناشئة وفي جمع البيانات والمعلومات ، وصياغة مشروعات التنمية . كما يتضمن التحليل وصفا للجان والمؤسسات الثنائية التي شاركت في مشروعات مياه الشرق الأوسط .

وزارة الخارجية الأمريكية

ساهمت وزارة الخارجية إسهاما طويلا وناجحا في قضايا المياه الاقليمية . ومن بين مكاتب الوزارة التي قامت بالبحث في هذه المسائل نجد مكتب شوون الشرق الأدنى وجنوب آسيا. وفي داخل هذا المكتب ، يتولى مسؤولو شعب البلدان ومكتب الشؤون الإقليمية مهمة مراقبة التطورات في المنطقة . كما يقوم طاقم السفارات الأمريكية (خاصة في عمان وتل أبيب) بمتابعة قضايا المياه عن كثب . وينصب عمل مكتب شؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا ، بوجه عام ، على البعد السياسي إكثر من البعد الاقتصادي لمشكلات المياه ونادرا ما يمتد ليتضمن الجوانب الأشمل لسياسة المياه . ومع تضاؤل فرص إجراء دراسات متعمقة وبعيدة المدى،

---

* The United States Agency for International Development ومعروفة اختصارا باسم SAID وسنشير إليها لاحقا بوكالة التنمية الدولية ، (٣) .

يطرح محللو السفارات ومكتب شؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا تقييمات قصيرة المدى للأحداث المتلاحقة ، إذا كانت تلك التطورات مرتبطة ارتباطا مباشرا بمصالح الولايات المتحدة .

ويقوم " مكتب شؤون المحيطات والبيئة الدولية والشؤون العلمية " بتنسيق مشاركة الحكومة الأمريكية فى النشاطات البيئية الدولية . كما يعمل أيضا على نحو وثيق مع وكالة التنمية الدولية ، والوكالة الأمريكية للحماية البيئية والوكالات الأخرى فى متابعة الاتجاهات البيئية فى جميع أنحاء العالم . وبالإضافة إلى ذلك ، يتولى مكتب المخابرات والبحوث فى وزارة الخارجية دراسة مشكلات المياه فى المنطقة على حسب أولويتها ، خاصة تلك المشكلات المرتبطة بقضايا الحدود الدولية .

وتتبوأ وزارة الخارجية موقع القيادة فى كل الجهود الدبلوماسية المبذولة بالنسبة لنزاعات المياه ، ويعتبر مشروع جونستون ، الذى طرح فى مطلع الخمسينيات ، مثالا واضحا على قدرات والتزامات الوزارة . ويمكن للتخفيضات المقترح إدخالها على الميزانية وعلى عدد العاملين أن تؤدى إلى تقليص فعالية الوزارة فى تنسيق العمل الدبلوماسى والتخطيط والتحليل البعيد المدى .

ففى عام ١٩٨٧ ، أعلنت الوزارة أنها قد تضطر إلى دمج نشاطات مكاتب مختلفة بسبب تخفيض الميزانية ، وسيؤدى التقليص المستمر فى الاعتماد ، وما ينتج عن ذلك من إعادة تجميع المكاتب ، إلى إضعاف مكانة الوزارة وفعاليتها فى حل النزاعات الدولية حول المياه .

وكالة التنمية الدولية

تتركز مسؤولية تط،ير موارد المياه فى البلدان الأجنبية أساسًا فى يد وكالة التنمية الدولية. ولأن وكالة التنمية الدولية هى الوكالة الأساسية فى حكومة الولايات المتحدة التى تقوم بتمويل جهود التنمية ، فقد كونت خبرة كبيرة فى كافة جوانب ادارة موارد المياه : السيطرة على تلوث المياه ، وصيانة المياه وإعادة استخدامها ، والتخطيط الشامل لإدارة المياه، ودراسات وتسهيلات الطاقة المائية ، والزراعة المروية ومعالجة مياه الصرف .

ومن المعروف أن الوكالة هى التى أعدت دراسات الجدوى الخاصة بمشروع سد المقارن الشديد الحساسية من الناحية السياسية ، ومولت عملية تجديد المعدات الكهرومائية الخاصة بالسد العالى فى مصر ، وأعدت دراسات تخطيطية لامداد المنازل بالمياه ، ومعالجة مياه الصرف،

ومشروعات الرى فى مصر والأردن وسوريا ، وفى عام ١٩٨٧ ، بدأت الوكالة فى تنفيذ برامج لإقامة منشآت مائية ومنشآت صرف فى مصر والأردن ، ويبين الجدول (٨-١) الحجم الكبير لمشروعات المياه التى تقوم بها وكالة التنمية الدولية .

وعادة ما تنفذ البرامج التى ترعاها وكالة التنمية الدولية من خلال شركات القطاع الخاص الأمريكى التى تعمل بالاشتراك مع حشد واسع من الشركات المعمارية وشركات الهندسة والبناء والمقاولات الوطنية . وتتولى وكالة التنمية الدولية حاليا العديد من العمليات وخطط المشروعات المتعلقة بالمياه فى منطقة الشرق الأوسط حيث أنفقت أو خصصت أكثر من ٢,٥ مليار دولار للسنوات المالية ١٩٧٥ - ١٩٨٦ .

ويضطلع مكتب آسيا والشرق الأدنى التابع لوكالة التنمية الدولية بمسؤولية تنسيق السياسة والعناصر التقنية لمشروعات المياه فى الشرق الأوسط . ويشارك فى هذه العملية مكتب تنمية المشروعات ، ومكتب الموارد التقنية وشعب البلدان المعنية فى الوكالة ويقوم مكتب العلم والتكنولوجيا بمراقبة عمل " مشروع المياه من أجل الصحة الوقائية والصحة العامة " (WASH) .

وحتى عام ١٩٨٦ ، كانت توجد لجنة لموارد المياه داخل مكتب آسيا والشرق الأدنى . وكانت مجموعة العمل المكونة لهذه اللجنة تمارس عملها باعتبارها مركزاً رسميًا للمعلومات وهيئة للتنسيق بين خبراء المياه فى المكتب . وعلى الرغم من افتقار اللجنة لسلطة صنع السياسة ، إلا أن أعضاءها قاموا باعداد دراسات تمهيدية لخيارات السياسة المائية والقضايا البارزة المتعلقة بها . لكن مصير هذه اللجنة كان هو الحل ، بسبب التغييرات التى حدثت فى نطاق واهتمامات برنامج تنمية الموارد المائية الذى تتبناه حاليا وكالة التنمية الدولية .

وساهمت وكالة التنمية الدولية إسهاما كبيرا فى طائفة واسعة من مشروعات البنية الأساسية فى الشرق الأوسط وباكستان . ويتضمن هذا برامج كثيفة رأس المال فى مجالات إمدادات المياه والصرف والرى . وبالرغم من أن وكالة التنمية الدولية ما زالت ملتزمة باستكمال مشروعاتها فى هذا المجال (مثل شبكة الصرف فى القاهرة) ، إلا أن هناك اهتماما متزايدا بتمويل النشاطات التكميلية التى تركز على العمليات والصيانة والمساعدة التقنية والتدريب . وشاركت الوكالة أيضا فى مراجعة وتنقيح موضوعات مختارة متعلقة بالسيطرة على التلوث الصناعى .

وكان هناك سببان وراء هذا التحول فى مجالات اهتمام الوكالة . أولهما أن العديد من بلدان الشرق الأدنى تمتلك بالفعل بنى أساسية مائية شديدة التقدم ، وبالتالى أصبح من الضرورى إعطاء الأولية لصيانة المنشآت القائمة ، وتعتبر الأردن مثالا واضحا على ذلك ، فالبنية الأساسية للمياه فيها متقدمة للغاية حتى أن وكالة التنمية الدولية حولت اهتمامها إلى تحقيق أقصى تناغم فى أسلوب الادارة فى الأردن .ثانيا ، وحتى فى حالة الاحتياج إلى توسيع البنية الأساسية ، اضطرت وكالة التنمية الدولية إلى الابتعاد عن مشروعات البناء المكلفة بسبب نقص التمويل . فالتخفيضات التى فرضها قانون " جرام ورودمان وهولينجس" قد حد من قدرة كالة التنمية الدولية على دعم نمو البنية الأساسية ، وما زال عدد من المشروعات الكثيفة رأس المال فى مصر تحت التنفيذ .

وتستخدم وكالة التنمية الدولية عادة آفاق التمويل للتأثير على الاصلاحات الهيكلية ، فعلى سبيل المثال ، تقوم بعثات وكالة التنمية الدولية ، بالإتفاق مع وكالات الحكومات الأجنبية العاملة فى هذا المجال ، بوضع مؤشرات الأسعار والرسوم العادلة لاستغلال المياه . ويرمى هذا إلى ضمان تحقيق منشآت ومنافع المياه المزيد من الانتعاش الاقتصادى ووصولها فى نهاية المطاف إلى الاكتفاء الذاتى من الناحية المالية . ويمكن أيضا للحوار حول السياسة المائية مع حكومات الشرق الأدنى أن يشجع على استخدام أساليب تشغيل وصيانة أفضل ، وعلى توفير التدريب المناسب والأجور الكافية للعاملين فى منشآت المياه ، وتكافح وكالة التنمية الدولية من أجل فرض تأثيرها على كل من التحسينات القصيرة الأجل والاصلاحات الطويلة الأجل .

وزارة الداخلية الأمريكية

هيئة المسح الجيولوجى للولايات المتحدة USGS *

منذ عام ١٩٤٥ ، قامت هيئة المسح الجيولوجى للولايات المتحدة (USGS) بانجاز ما لايقل عن ٨٥ برنامجا للمياه فى الشرق الأدنى ، وذلك من خلال مكتب الهيدرولوجيا الدولية فى قسم موارد المياه التابع للهيئة ، بتمويل من وكالة التنمية الدولية وحكومات دول الخليج ، ويتضمن ذلك تبادل المساعدات العلمية والتقنية ، والندوات ،وبرامج المساعدة التقنية .

---

* United States Geological Survey

ويعرض الجدول (٨-٢) قائمة بمشاريع هيئة المسح الجيولوجي في الفترة من ١٩٦٤ إلى ١٩٨٦ . وعلاوة على ذلك ، قامت هيئة المسح الجيولوجي بمحاولات منظمة لتدريب وتعليم التقنيين الأجانب على التكنولوجيات المتقدمة في مجال المياه . ومع هذا ، تم حل مكتب الهيدرولوجيا الدولية في عام ١٩٨٦ ، وتجرى الآن كل نشاطات موارد المياه الدولية التي تتولاها الهيئة من خلال مكتب مساعد رئيس الهيدرولوجيين والتنسيق الخارجي .

ولاتعتبر هيئة المسح الجيولوجي من هيئات صنع السياسة الدولية وليست لديها بعثات في البلدان الأجنبية . لكن يمكنها ، مع ذلك ، المشاركة في المشروعات بدعوة من الحكومة المضيفة أو من وكالة أمريكية أخرى أو من منظمة تمويل متعددة الجنسية . وعلى سبيل المثال ، شاركت الهيئة مشاركة واسعة مع اللجنة الأمريكية السعودية المشتركة للتعاون الاقتصادي . حيث قامت هيئة المسح الجيولوجي ، مستخدمة في ذلك الأموال التي وفرتها اللجنة وبالتعاون مع أطراف أخرى ، باعداد أطلس مائي يضم معلومات حول كل جوانب موارد المياه في المملكة العربية السعودية . وتستخدم الادارة السعودية هذا الأطلس كأساس لعمليات التخطيط والتصورات البعيدة المدى . وتولت هيئة المسح الجيولوجي أيضا ، بمساعدة اللجنة ، إعداد برنامج تدريبي للتقنيين السعوديين في مجال المياه . وقد تخرج بالفعل من هذا البرنامج أكثر من أربعمائة تقني خلال الأعوام العشرة الأخيرة .

وتتعاون الهيئة مع وكالة التنمية الدولية في إجراء عمليات المسح وتجميع وتحليل البيانات المتعلقة بموارد المياه الجوفية والسطحية . ومثال على ذلك ما قدمته الهيئة من مساعدات واسعة لهيئة الموارد الطبيعية في الأردن وهيئة نهر الأردن .

وفي عام ١٩٨٤ ، اعتبر قانون بحوث موارد المياه أن هيئة المسح الجيولوجي هي المنسق بين مؤسسات البحوث العاملة في مجالات موارد المياه في الولايات المتحدة . ونادى القانون أيضا بوضع برنامج بحثي حول إزالة الملوحة ، وهو أمر لم يتحقق حتى الآن وإذا تحقق فسيجذب اهتماما دوليا كبيرا .

مكتب استصلاح الأراضي *

بدأ هذا المكتب عمله في عام ١٩٠٢ لتطوير مشروعات الري في سبع عشرة ولاية في غرب الولايات المتحدة . ومنذ ذلك الحين ، تم توسيع نشاطات المكتب بحيث أصبحت تتضمن

---

* Bureau of Reclamation.

العمل فى بلدان أجنبية . ويقدم القسم الخاص بالنشاطات الخارجية فى المكتب مساعدات تقنية ، مثله فى ذلك مثل هيئة المسح الجيولوجى ، بناء على دعوة من وكالات أمريكية أخرى أو من حكومات مضيفة أو من منظمات تمويل متعددة الأطراف . ويتولى المكتب الآن ، بالتعاون مع وكالة التنمية الدولية ، تقديم الاستشارات التقنية لهيئة كهرباء مصر فيما يتعلق باستبدال توربينات وأجهزة تشغيل السد العالى وكذلك تقديم المشورة لوزارة الرى المصرية فيما يتعلق باعداد نظام آلى لجمع البيانات المائية عن حوض نهر النيل . وقام المكتب أيضا بمراجعة كل مشاريع التنمية المائية فى السودان وأعد تحديثا لدراسات مياه النيل . ومن بين الموضوعات التى اهتم بها المكتب فى دراسته تلك دراسة جدوى حول إصلاح وتحديث مشروع رى الجزيرة وتقليل الترسيب الناجم عن سد الروصيرص .

ومما لا شك فيه أن القرار الذى اتخذته الوزارة ، والذى يقضى باعادة تشكيل بنية مكتب استصلاح الأراضى ، سيؤثر على نشاطات المكتب خارج الولايات المتحدة . وسيُفضى تخفيض العمالة والتحول فى مجالات اهتمام المكتب ، من مشروعات البناء إلى نوعية المياه وعمليات الصيانة ، إلى الحاجة إلى إعادة تحديد نطاق الدور الدولى لمكتب استصلاح الأراضى .

وزارة الزراعة الأمريكية (USDA) *

لدى وزارة الزراعة الأمريكية ثلاث منظمات تتولى تقديم الدعم للنشاطات الدولية للوزارة. وهذه المجموعات المعنية بموارد المياه هى مكتب التعاون الدولى والتنمية (OICD) ** ومكتب صيانة التربة ومكتب البحوث الزراعة .

مكتب التعاون الدولى والتنمية (OICD)

يتولى مكتب التعاون الدولى والتنمية مهمة تنسيق النشاطات الدولية لوزارة الزراعة الأمريكية . ويجىء المصدر الرئيسى لتمويله من وكالة التنمية الدولية رغم حصوله على اعتمادات مالية من البنك الدولى ومنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO) وبعض البلدان المضيفة .

---

* United States Department of Agriculture

** Office of Internation Cooperation and Development

ويعتبر المشروع البحثى الثلاثى لتبادل التكنولوجيا الزراعية والتعاون (TATEC) * الذى يضم علماء مصريين وإسرائيليين وأمريكيين ، من أكثر البرامج نجاحا فى الشرق الأوسط . وقد بدأ هذا المشروع فى يوليو / تموز ١٩٨٤ ، بمنحة قدرها ٢,٥ مليون دولار قدمها برنامج التعاون الاقليمى فى الشرق الأوسط التابع لوكالة التنمية الدولية ، ويرمى إلى تشجيع التعاون بين العلماء المصريين والاسرائيليين والأمريكيين فى مجال الابتكارات الزراعية فى مصر وإسرائيل . وقد ركزت البحوث حتى الآن على تكثيف إنتاج المزارع ، والاستخدام الطبى للنباتات الصحراوية ، والسيطرة على الأمراض والأوبئة والأعشاب الضارة .

مكتب صيانة التربة (SCS) **

تعاون مكتب صيانة التربة مع هيئة المسح الجيولوجى فى الولايات المتحدة فى إعداد أطلس المياه السعودى . ويجرى مهندسو المكتب الآن دراسات حول الرى فى مصر ودراسات جيوهيدرولوجية بعيدة المدى فى الأردن . وشارك المكتب أيضا بباحثيه فى مشروع لإعادة النظر فى أسلوب إدارة المراعى فى الأردن وتأثير ذلك على إدارة موارد المياه .

مكتب البحوث الزراعية (ARS) ***

يعتمد تمويل مكتب البحوث الزراعية على وكالة التنمية الدولية وفقا للقانون رقم ٤٨٠ . ويشرف المكتب على عدة مشروعات بحثية فى الشرق الأوسط ، بما فى ذلك التعاون البحثى بين العلماء الأقليميين وعلماء من الولايات المتحدة . ويشارك المكتب كذلك فى إدارة الصندوق الأمريكى الاسرائيلى الثنائى للبحوث والتنمية الزراعية BARD **** ، وهو صندوق يرمى إلى إحراز التقدم فى مجالات الرى والزراعة فى الأراضى القاحلة ، والمحاصيل التى تتحمل الأملاح ، والتكنولوجيا الزراعية المتقدمة . ويشارك المكتب حاليا مشاركة فعالة فى مشروعات إدارة مياه الرى فى مصر وفى بحوث نظم الزراعة فى الأراضى القاحلة فى الأردن .

---

* Trinational Agricelture Technolog Exchange and Cooperation

** Soil Conservation Service

*** Agricaltural Research Service

**** V . S . Israel Binational Agricultural Research and Developmend Fund

وزارة الدفاع الأمريكية

تتولى وزارة الدفاع الأمريكية دراسة قضايا المياه فى علاقتها بالمصالح العسكرية الأمريكية فى الشرق الأوسط.فتخطيط مجموعة التحرك لإدارة موارد المياه(WARMAG) * على سبيل المثال ، لتوفير المياه الصالحة للشرب للقوات فى ميدان العمليات ، وإزالة المعوقات التى تحول دون الحصول على المياه فى أوقات الحرب .

وكالة مخابرات الدفاع (DIA) **

تقوم وكالة مخابرات الدفاع أيضا بمتابعة التوجهات المتعلقة بالموارد فى المنطقة وتركز الوكالة بوجه خاص على ثلاثة مجالات : ندرة المياه كسبب محتمل لاندفاع نزاعات ومغزى ندرة المياه بالنسبة للتنمية الاقتصادية والاستقرار السياسى ، ومغزى إمدادات المياه بالنسبة للعمليات العسكرية الواسعة النطاق فى البيئة القاحلة .

وقد أجرت وكالة مخابرات الدفاع آخر دراساتها الكبرى غير المنشورة حول موارد المياه فى الشرق الأوسط فى عام ١٩٨٣ . غير أن مكتب مساعد نائب الوزير لشؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا لايمتلك القدرة على الاستمرار فى إجراء البحوث حول موارد المياه .

سلاح المهندسين الأمريكى

تعود السمعة التى يتمتع بها سلاح المهندسين الأمريكى كثيرا إلى الوراء وتحديدا إلى تأسيس النقطة الغربية " West Point" فى عام ١٨٠٢ ، عندما شكل خريجو الأكاديمية نواة الخبرة الهندسية المرتبطة بتنمية موارد المياه ، بما فى ذلك : السيطرة على الفيضانات والطاقة المائية ، وصيانة إمدادات المياه ، والبوتومولوجيا (دراسة الأنهار) وفى حماية الشطآن .

ويعتبر سلاح المهندسين هيئة تخطيط ومشورة تلبى متطلبات كل من الولايات المتحدة والحكومات الأجنبية . وعلى حد تعبير الجنرال إى . آر . هيبرج الثالث Lieutant General III E . R . Heiberg ، قائد سلاح المهندسين " تقوم توصياتنا على أساس (الثلاثة E) ***،

---

* Water Resources Management Action Group

** Defense Intelligence Agency

*** يقصد هنا ثلاث عبارات تبدأ كل منها بحرف (E) كما هو واضح ، وبالطبع فان ترجمتها العربية تختلف ، (م) .

وهى الملاءمة الهندسية Engineering Feasibility ، والحس الاقتصادى Economic Sense، والحساسية البيئية enviromental sensitivity المتزايدة [٢] . وتشير تقديرات الجنرال هيبرج إلى أن ٣٠٪ من كل دولارات (ميزانية) سلاح المهندسين وأكثر من ثلثى العاملين فيه (ما يقرب من ١٤ ألف شخص) يعملون فى مشاريع خاصة بالموارد المائية . ورغم اعتماد سلاح المهندسين على إمكانياته الذاتية فى التكنولوجيا ودراسات الجدوى ، إلا أنه يعتمد فى تنفيذ معظم مشروعاته الإنشائية على شركات القطاع الخاص ، سواء كانت محلية أو أجنبية . وتشير التقديرات إلى أن الجزء المدفوع فى العقود الخاصة يقدر بنحو ٨-٩ مليار دولار من الميزانية الكلية التى تبلغ ١٠ مليار دولار .

وربما كان أفضل مثال على المنهج " الكلى " macro الذى يستخدمه سلاح المهندسين هو ذلك الذى يتبدى فى المساعدات التى قدمها للبلدان الأفريقية الثمانية الداخلة فى إطار هيئة حوض وادى النيجر . وقد أفضى هذا المشروع ، الذى نفذه سلاح المهندسين مع وكالة التنمية الدولية ، إلى جمع وتصنيف كل البيانات المتوفرة المتعلقة بتنمية الحوض . ويمكن لكمبيوتر مركزى أن يحلل الأضاع المفترضة أو التغيرات المرغوبة ، مثل إقامة محطة طاقة مائية فى موقع معين ، وأن يتوقع النتائج المترتبة على تلك القرارات وبالتالى ، يوفر هذا المشروع معلومات بالغة الأهمية من أجل صناعة القرار على نحو فعال فى منطقة تحفل بمزاحمات شديدة على الموارد المائية المحدودة .

ويمثل مشروع سد المضايق الثلاثة the Three Gorges على أعالى نهر اليانجتسى فى الصين أحد المنجزات الأخيرة لسلاح المهندسين . وسوف يكون لهذا السد القدرة على توليد طاقة كهربائية تصل إلى ١٣ ألف ميجاوات ، وقدم سلاح المهندسين أيضا المساعدة الفنية للهند لإقامة مشروع يتضمن تقليل التلوث فى نهر الجانج كما قدم خدمات استشارية للجنة قناة بنما .

وكالة الولايات المتحدة للحماية البيئية *

تقوم وكالة الحماية البيئية حاليا ، من خلال مكتبها الخاص بالنشاطات الدولية بدعم عدد من المشروعات البحثية المتعلقة بالمياه فى مصر مستخدمة الموارد المالية المرتبطة بالقانون

* United States Enviromental Protection Agency ، وسنشير إليها باسم وكالة الحماية البيئية(م) .

رقم ٤٨٠ . وتتضمن تلك المشروعات : بحوث التلوث الصناعي ، ودراسات حول نوعية مياه النيل ، وبحوث فى التأثيرات البيئية للمبيدات .

المؤسسات واللجان

يمكن اعتبار المؤسسات واللجان التابعة للحكومة الأمريكية والتى سنتعرض لها أدناه نماذج أولية للتعاون المتزايد بين الولايات المتحدة والبلدان الأجنبية فى مشروعات التنمية المائية .

اللجنة الأمريكية السعودية المشتركة للتعاون الاقتصادى

أنشئت هذه اللجنة فى عام ١٩٧٤ من أجل " تشجيع التعاون . . . فى مجالات التصنيع، والتجارة ، وتدريب القوى البشرية والزراعة والعلم والتكنولوجيا " [٣]. واللجنة المشتركة هى منظمة ثنائية تعتمد على صناديق التنمية السعودية . وتقدم الولايات المتحدة الاستشارات والخبرات التقنية . وقد أنفق حتى الآن ما يقرب من ٢٥ مليار دولار على النشاطات التى ترعاها اللجنة . حيث جندت اللجنة ، بالتعاون مع وزارة المالية الأمريكية باعتبارها منسق نشاطات الحكومة الأمريكية ، خدمات كل الوكالات التابعة للحكومة ، بما فى ذلك وزارة الزراعة والتجارة والطاقة والصحة والخدمات الانسانية والداخلية والعمل والنقل .

وقد بادرت اللجنة بطرح مشروع أطلس المياه السعودى وأعدته مستخدمة فى ذلك خبرات هيئة المسح الجيولوجى للولايات المتحدة . كما أسست اللجنة مشروع الزراعة والمياه ، الذى يتولى نشر سلسلة من التقارير الحديثة حول موارد المياه ، ويمول البحوث الأساسية فى المجالات المتعلقة بالتربة وإدارة المياه . وعملت اللجنة أيضا مع الشركة السعودية لتحلية المياه المالحة (وهى أكبر شركة من هذا النوع فى سائر أنحاء العالم) وتولت رعاية النشاط البحثى والتنموى المتعلق باستخدام الطاقة الشمسية المهملة فى نزع ملوحة مياه البحر .

وعلى الرغم من أن اللجنة قد أسهمت إلى حد بعيد فى تشييد البنية الأساسية للمياه فى السعودية ، إلا أنها فقدت قوتها الدامغة فى منتصف الثمانينيات ، حيث أدى الانخفاض فى أسعار النفط إلى تقليص الدعم المقدم للبرامج المرتبطة بموارد المياه . وعلاوة على ذلك ، أفضى انشغال الحكومتين السعودية والأمريكية المتزايدة بالهموم الملحة للمنطقة إلى تناقص الإهتمام الذى كانت توليه الحكومتان لعمل اللجنة . ومع ذلك ظلت اللجنة نموذجا هاما للتعاون الدولى فى مجال موارد المياه .

الصندوق الأمريكى الاسرائيلى الثنائى للبحوث والتنمية الزراعية BARD

تأسس هذا الصندوق فى عام ١٩٧٧ لتشجيع البحوث الزراعية التعاونية والجهود التنموية لكل من إسرائيل والولايات المتحدة . ويتم تقاسم الإدارة وصنع القرار الإدارى من خلال تمثيل متساو فى مجلس الإدارة ولجنة الاستشارات الفنية .

ويقبل الصندوق المشروعات القصيرة الأجل (التى لاتتجاوز مدتها عامين أو ثلاثة) المقدمة من معاهد التعليم العليا أو الوكالات الحكومية أو المنظمات التى لاتستهدف الربح ومنذ عام ١٩٧٧ ، قدم الصندوق حوالى ٦٣ مليون دولار أمريكى لـ ٣٧٤ مشروعا بحثيا مختلفا . ومن بين هذه المشروعات نذكر الجهود التى ركزت على إدارة موارد المياه وطرق زيادة المحاصيل الزراعية ، وتطوير أنواع جديدة من النباتات المقاومة للجفاف ، وإدارة التربة .

وساعد الصندوق فى تطوير وإنشاء أجهزة الرقابة لعاملة بالكمبيوتر : التى تقوم بفحص ظروف التربة من أجل التعرف على مستويات الرطوبة ، وتسهم بالتالى فى تقليل الرى الزائد. وأجريت أبحاث حول العلاقة بين التربة والمياه بما فى ذلك دراسة لتركيب التربة وتأثيرها على درجة امتصاص الماء والاحتفاظ به . كما أجريت أيضا تجارب على استخدام المياه المعاد معالجتها فى الرى .

المؤسسة الثنائية الأمريكية الإسرائيلية للعلوم

أقيمت هذه المؤسسة فى عام ١٩٧٢ لتشجيع التعاون بين الولايات المتحدة وإسرائيل فى مجال مشاريع البحوث العلمية . وتقدم المؤسسة المنح المالية للبحوث المتعلقة بالصحة والحياة والعلوم الاجتماعية ، والمتعلقة أيضا بالفيزياء والكيمياء والرياضيات . ويبلغ متوسط إنفاق المؤسسة حاليا ٧,٥ مليون دولار سنويا .

ملخص

تتمتع الولايات المتحدة بتاريخ حافل فى تنمية الموارد المائية فى الشرق الأوسط واستطاعت الحكومة الفدرالية أن تظهر كقوة هائلة فى تشكيل اتجاهات التنمية فى المنطقة من خلال استثماراها لأموال ضخمة واستغلالها للخبرات المشتركة لمختلف مكاتبها ووزارتها . وعلى وجه العموم ، ساهمت نشاطاتها الواسعة النطاق إلى حد بعيد فى النمو الاقتصادى للمنطقة وفى تحسين مستويات المعيشة والظروف الصحية .

وفى نفس الوقت ، يمكن تعزيز جهود الحكومة الأمريكية من خلال البدء فى إدخال إصلاحات على ثلاثة مجالات رئيسية :

- التخطيط البعيد المدى .
- التنسيق بين الوكالات الأمريكية التى تتعامل مع موارد المياه .
- مواجهة الحاجة المتزايدة إلى أطقم جديدة من العاملين .

ورغم الجهود الحسنة النية ، إلا أن الوزارات الفدرالية والوكالات العاملة فى المجالات المتعلقة بقضايا المياه نادراً ما تقوم بتخطيط شامل قادر على التنبؤ بالتطورات المقبلة وعدد العاملين دون استخدام المنهج الكلى فى التعامل مع الظروف الإقليمية . كما أن العدد الاجمالى للقضايا التى تتطلب الاهتمام أكبر بكثير من قدرة أى وكالة بمفردها . ويدرك خبراء الحكومة جيدا كم القضايا الحرجة التى ينبغى مواجهتها لكننا مضطرون إلى التعامل معها على أسس خاصة .

ويعتبر التأكيد على التخطيط البعيد المدى وتحسين عملية التنسيق أمرا أساسيا فى هذا الصدد . ولذا ينبغى تأسيس لجنة جديدة للتنسيق بين الوكالات ترمى إلى صياغة أهداف التخطيط البعيد المدى وتحقيقها ومن شأن قاعدة مركزية للبيانات المتعلقة بمشاريع المياه أن يؤدى إلى تقليل ازدواجية الجهود ويزيد من درجة المشاركة فى المعلومات والخبرات .

وأخيرا ، يتعين تشجيع استمرارية أطقم العاملين فى كل وكالة لخلق انسجام أكبر فى تصميم المشروعات وتنفيذها . إذ أن ارتفاع معدل دوران العمالة ، وهو ما يحدث حاليا ، يعنى أن المشروعات التى تخططها مجموعة من الخبراء غالبا ما تستكمل على أيدى مجموعة أخرى . ولابد أن يؤدى تحديد فترات أطوال لإنجاز المهمات إلى المزيد من التماسك وإلى تعزيز " الذاكرة المؤسسية " .

هوامش

1- M . Peter Mcpherson , Administrator , United States Agency of International Development (Presentation at U . S . Foreign Policy on Water Resources in the Middle East and Horn of Africa Cofrerence, Center Strategic and International Studies , Washington , D . C . , 20 February 1987) .

2- E . R . Heiberg , chief of engineers , U . S . Department of the Army (Presentation at U . S . Foreign Policy on Water Resources in the Middle East and Horn of Africa Cofrerence , Center Strategic and In ternational Studies , Washington , D . C . , 21 February 1987) .

3 Annual report , 1984 - 1985 , of the United States Saudi Arabian Joint Commission on Economic Cooperation .

الجدول (٨-١)

مشاريع المساعدات الرأسمالية والتقنية المتعلقة بقضايا موارد المياه التى قامت بها وكالة التنمية فى الشرق الأوسط (١٩٧٥- ١٩٨٧)

البلـــد	اسم المشروع	مستوى تمويل العمر المخطط للمشروع بملايين الدولارات
مصر	استخدام وادارة المياه	١٣,٠
	صيانة القناة	٢٥,٠
	مياه الشرب فى القاهرة	٩١,٠
	ضخ مياه الرى	٨,٠
	مياه ومجارى مدن القناة (المرحلة الأولى)	١٦٩,٠
	رفع كفاءة الإسكان والمجتمعات المحلية	٦٠,٠
	مجارى الاسكندرية	٢١٣,٧
	مجارى القاهرة	
	المرحلة الأولى : الإصلاح	١٢٩,٠
	المرحلة الثانية : تشييد منشآت جديدة	٨١٦,٠
	مشروع فرعى لمراقبة التلوث الصناعى	٢٧,٠
	مشروع المياه المعدنية والنفط والمياه الجوفية	٧,٠
	ادارة شبكات الرى	١٣٩,٥
	العلم والتكنولوجيا من أجل التنمية	٣,٠
	إصلاح وتحديث السد العالى	١٠٠,٠
	برنامج اللامركزية (المياه ، مياه الصرف، المجارى)	٤٠٠,٠
	تنمية مؤسسات المياه ومياه الصرف	١٥,٠
	دراسات تخطيط سيناء	١,٠
	ضخ مياه الرى	٨,٠
مصر	المجموع	٢٢٥,٢

البلـــد	اسم المشروع	مستوى تمويل العمر المخطط للمشروع بملايين الدولارات
الأردن	دراسة جدوى لسد المقارن	١,٠
	تصميم لري وادى الأردن / سد المقارن	١٤,٠
	معدلات الرى بالرش	٤,٥
	الموارد المائية فى وادى الأردن	٥,٠
	تكنولوجيا ادارة المياه	٩,٠
	صرف العقبة	١,٣
	مياه ومجارى عمان	٧,٥
	مياه ومجارى إربد	٣٩,٠
	مياه وصرف الزرقاء والرصيفة	٥٣,٥
	التقنية عن موارد المياه الجوفية	١٥,٠
	ادارة نظم ومرافق المياه	٥,٠
	تقييم المياه الجوفية	٢١,٠
	مشروع الخدمات الفنية ودراسات الجدوى	٤,٠
	المجموع	١٨٤,٨
لبنان	مياه الشرب (١)	٦,٥
	مياه الشرب والصحة البيئية	٧,٧
	الإصلاح العاجل للمياه	٤,٠
	المجموع	١٨,٢
إسرائيل	المشروع الأمريكى - لاسرائيلى المشترك لإزالة ملوحة مياه البحر	٥,٠
	المجموع	٥

البلــــد	اسم المشروع	مستوى تمويل العمر المخطط للمشروع بملايين الدولارات
الضفة الغربية وقطاع غزة	امدادات مختلفة متعلقة بالمياه والصرف وادارة مياه السيول	٥,٠
	المجموع	٥
سوريا *	امدادات مياه دمشق (٢)	١٤,٥
	رى وادى الفرات	٧,١
	امدادات مياه المناطق القروية	١٧,٦
	امدادت مياه دمشق (١)	٤٨,٠
	المجموع	٨٧,٢
	الإجمالى	٢٥٤٠,٤

* أوقفت الحكومة الأمريكية العمل فى هذه البرامج فى أواخر عام ١٩٨٣ .

المصدر : معلومات حصل عليها واضعو التقرير من كشوف الحساب التى قدمتها وكالة التنمية الدولية للكونجرس فى الفترة ١٩٧٥ - ١٩٨٧ .

الجدول (٨-٢)

مشاريع هيئة المسح الجيولوجى للولايات المتحدة فى الشرق الأوسط ١٩٦٤ - ١٩٨٦

البلد	المشروع	الجهة الراعية للمشروع
الأردن	تركيب أشرطة الأداء على أجهزة الكمبيوتر الأردنية	وكالة التنمية الأولية
الأردن	المساعدة فى إنشاء بنك المعلومات الهيدرولوجية	وكالة التنمية الأولية
الأردن	مشروع تقييم المياه الجوفية فى الأردن	وكالة التنمية الأولية
السعودية	المساعدة فى تخزين واسترجاع المعلومات الهيدرولوجية	الحكومة السعودية
السعودية	أطلس المياه : متابعة الرقابة النوعية والطباعة النهائية	الحكومة السعودية
السعودية	المساعدة فى تطوير منحنيات التدرج للمياه المرتدة	الحكومة السعودية
السعودية	المساعدة فى الطباعة النهائية لأطلس المياه،والرقابة النوعية	الحكومة السعودية
قطر	المساعدة فى إعادة ملء الخزان الجوفى الرئيسى فى قطر بوسائل صناعية	الحكومة القطرية
السعودية	المساعدة فى الطباعة النهائية لأطلس المياه	الحكومة السعودية
السعودية	مشروع مراجعة وجمع المعلومات من أجل التقرير الإحصائى	الحكومة السعودية
الأردن	المساعدة فى التحليل العضوى وترجمة المعلومات	وكالة التنمية الدولية
تركيا	تقييم مشروع كاراستيك لبحوث موارد المياه	برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة بالاشتراك مع هيئة المسح الجيولوجى
السعودية	المساعدة فى نصب معدات رصد وتعليمات استخدامها ، ووضع إجراءات الصيانة والتقديم	الحكومة السعودية
السعودية والأردن والامارات العربية المتحدة	مشروع متابعة وصياغة	حكومة السعودية ووكالة التنمية الدولية
الأردن	نموذج معدل للتدفق ، مشروع المياه فى شمال الأردن	وكالة التنمية الدولية
الأمارات العربية المتحدة والكويت	إعداد تقييم استطلاعى لموارد المياه وتقديم النصح حول أساليب إعادة الخزان الجوفى (الكويت)	الحكومة الاماراتية والحكومة الكويتية

المصدر : معلومات مستقاة من حوار مع مارشال موسى ، نائب رئيس الهيدرولوجيين فى هيئة المسح الجيولوجى للولايات المتحدة ، يوم ١٣ أغسطس / آب ١٩٨٦ فى واشنطن .



٩

المياه فى عام ٢٠٠٠

جويس ستار ودانييل ستول

ستصبح المياه - وليس البترول - هى الثروة الطبيعية المهيمنة على الشرق الأوسط مع حلول عام ٢٠٠٠ . وعلى حد تعبير دراسة لمؤسسة Worldwatch Institute فانه " رغم التكنولوجيا الحديثة والانجازات الهندسية الضخمة ، تظل مسألة تحقيق مستقبل مائى آمن لمعظم العالم بعيدة المنال " [١]. وتثير التكهنات المتعلقة بمصر والأردن وإسرائيل والضفة الغربية وقطاع غزة وسوريا والعراق الكثير من القلق . فلو استمرت نماذج الاستهلاك الحالية كما هى ، سيؤدى نقص المياه ، الذى سيترافق مع تدهور فى نوعية المياه ، إلى المزيد من التنافس المستميت على المياه وإلى اندلاع النزاعات[٢] .

وفيما يلى عرضا مختصرا للتقرير النهائى الصادر عن مشروعنا البحثى " السياسة الخارجية للولايات المتحدة إزاء موارد المياه فى الشرق الأوسط " ، الذى استغرق إعداده حوالى العام . ويطرح هذا العرض صورة عامة للوضع فى الشرق الأوسط والتوصيات التى ينبغى الأخذ بها لتغيير السياسة .

حوض نهر الأردن

ينبع نهر الأردن من المرتفعات السورية واللبنانية ، ويبلغ متوسط إيراده السنوى ١٢٨٧ مليون متر مكعب . ويشكل رافده الرئيسى ، نهر اليرموك ، خط الحدود بين سوريا والأردن ويفصل بين إسرائيل والأردن فى مثلث اليرموك . ويعين نهر الأردن ذاته الحدود بين إسرائيل والأردن .

وسيعانى حوض نهر الأردن من ظروف قاسية . فبحلول عام ٢٠٠٠ ، ستتجاوز حاجة إسرائيل من المياه المتاح لديها بمقدار ٣٠٪ ، بينما سيعانى الأردن من عجز قدر ٢٠٪ [٣]. ويتم الآن بالفعل الاستفادة من الطاقة القصوى لأعالى نهر الأردن . وإذ استؤنف بناء سد المقارن / الوحدة ، ستصل الاستفادة أيضا من نهر اليرموك - وهو الرافد الوحيد الذى لم يستغل تماما- إلى حدها الأقصى . وعلاوة على ذلك ، تتدهور نوعية المياه السطحية والجوفية بوتائر متسارعة ، الأمر الذى يتطلب استثمارات ضخمة فى معالجة مياه الصرف المنزلى والصناعى ، وبرامج إعادة ملء خزانات المياه الجوفية ومراقبة نوعية المياه . ويتوقع بعض

الخبراء الآن أن الأردن وإسرائيل ستطورا إلى أقصى حد كل مصادر المياه القابلة للتجديد لديهما بحلول عام ١٩٩٥ وستصلا إلى نقطة حرجة فى استغلالهما للمياه غير القابلة للتجديد ما لم تتخذ إجراءات علاجية على وجه السرعة .

وقد تضطرم الصراعات الكامنة مجددا وتزداد حدة مع استمرار سوريا فى تنفيذ برامج تطوير أعالى اليرموك . إذ يمكن أن يؤدى تنفيذ هذه المشاريع إلى زيادة مستويات الملوحة فى مياه الحوض الأدنى لنهرى اليرموك والأردن وانخفاض منسوب المياه فى البحر الميت ، ونقص مياه الرى التى يحتاجها مشروع تطوير الغور الشرقى فى الأردن . ومن وجهة النظر الاستراتيجية ، يمكن لهذا المشروع السورى الطويل الأمد أن يحد من حرية الأردن فى استغلال مياه اليرموك ، التى يعتمد عليها الأردن فى رى وادى الأردن ، وأن يؤثر على كميات المياه التى تحصل عليها إسرائيل من الحوض الأدنى للنهر [٤]. وأخيرا تتزايد بشدة إمكانيات تصاعد التوتر بها والنزاع العسكرى ، بين الدول المائية .

إسرائيل

تحول رسرائيل المياه وادى الأردن عبر الناقل الوطنى للمياه إلى الأجزاء الغربية من البلاد . وتستخدم إسرائيل بالفعل ٩٥٪ (باجمالى ١,٧٥٥ متر مكعب سنويا) من مصادر مياهها القابلة للتجديد ويتجاوز نصيب الفرد من المياه فى اسرائيل خمسة أضعاف نصيب الفرد فى جاراتها ، وتشير التقديرات إلى أن اجمالى الاستهلاك الحالى لإسرائيل يبلغ ١,٧٥٠ متر مكعب سنويا [٥].

ورغم نجاح اسرائيل فى تخفيض كمية المياه المستخدمة فى الزراعة بنسبة ١٥٪ خلال العامين الأخيرين ، إلا أن هذا التخفيض لم يخفف الضغط على مواردها المائية الحالية [٦]. وإذا صدقت التقديرات ، ستواجه إسرائيل فى عام ٢٠٠٠ عجزا مائيا قدر ٨٠٠ مليون متر مكعب سنويا - أى نصف استهلاكها الحالى تقريبا . ونظرا لأن الزراعة تستنزف ما يقرب من ٧٥٪ من المياه التى تستهلكها إسرائيل حاليا ، يمكن لأى تخفيضات مستقبلية كبيرة فى استهلاك قطاع الزراعة للمياه أن تؤدى إلى تفادى الأزمة [٧]. ومع هذا ، فان خيارا من هذا النوع بعيد الاحتمال بسبب الدور المهيمن الذى تلعبه الزراعة بالنسبة للسياسة والاقتصاد فى إسرائيل .

الأردن

تشير تقديرات توماس ناف من جامعة بنسلفانيا إلى أن إجمالى استهلاك الأردن من المياه قد وصل فى عام ١٩٨٥ إلى ٨٧٠ مليون متر مكعب تقريبا ويتوقع أيضا أن يصل الطلب السنوى إلى مليار متر مكعب بحلول عام ٢٠٠٠ وهو ما يعنى عجزا سنويا يتراوح بين ١٧٠ ، ٢٠٠ مليون متر مكعب [٨] . وتستفيد الأردن ما يقرب من ١٣٠ مليون متر مكعب سنويا من مياه نهر اليرموك لرى الأراضى الزراعية فى وادى الأردن .

وفى عام ١٩٨٧ ، صدّقت الأردن وسوريا على اتفاقية تسمح ببناء سد الوحدة فى موقع المقارن . ومن المتوقع أن تصل الطاقة التخزينية للسد ، الذى يبلغ ارتفاعه ١٠٠ متر ، إلى ٢٢٠ مليون متر مكعب سنويا وسيساعد على ضبط تدفق نهر اليرموك ، وتوسيع رقعة الزراعة المروية فى وادى الأردن ، وتوفير المياه للاستغلال المنزلى والصناعى فى الهضبة الأردنية . وتقيد هذه الاتفاقية أيضا نطاق مشاريع التطوير السورية فى وادى اليرموك .

سوريا

يستدعى البرنامج السورى لتطوير حوض اليرموك بناء سلسلة من السدود المتوسطة والصغيرة الحجم يمكنها فى نهاية المطاف تحويل حوالى ٤٠٪ من مياه اليرموك - إذا لم تنفذ بنود الاتفاقية مع الأردن [٩]. وبدون الاتفاقية الأردنية ، يمكن تنفيذ البرنامج السورى بأكمله فى عقد من الزمان وقد يؤدى تنفيذ هذا البرنامج إلى تأجيج النزاعات على كميات المياه المتناقصة .

وبالنسبة للأردن ، سيعنى تحويل سوريا لنهر اليرموك فقدان كميات كبيرة من المياه . حيث تخصص الأردن معظم حصتها من مياه اليرموك للزراعة فى وادى الأردن . وبالإضافة إلى ذلك ، يتم أيضا ضخ مياه اليرموك عبر خط أنابيب إلى المراكز الحضرية فى الهضبة الأردنية مثل إربد وعمان لإستخدامها فى الأغراض المنزلية والصناعية .

الضفة الغربية وقطاع غزة

وفقا للمعلومات الواردة فى دليل الضفة الغربية The West Bank handbook ، "تُستغل الامكانيات المائية للضفة الغربية ، بالاشتراك مع إسرائيل ، إلى أقصى حدودها ، بنسبة ٤,٥٪ للضفة الغربية و ٩٥,٥ ٪ لإسرائيل " [١٠]. ويشير الدليل أيضا إلى أن

السلطات تخطط لتخصيص ١٣٧ مليون متر مكعب سنويا للسكان العرب فى الضفة الغربية (مليون نسمة تقريبا) مع نهاية العقد و ١٠٠ مليون متر مكعب للسكان اليهود (١٠٠ ألف نسمة تقريبا) . ومع ذلك ، وصلت المستوطنات اليهودية فى المنطقة فى عام ١٩٨٥ إلى تجاوز حصتها من المياه بالفعل بمقدار الثلث تقريبا [١١].

أما الوضع المائى فى قطاع غزة فقد وصف بأنه " قنبلة موقوتة فى طريقها إلى الإنفجار"[١٢] . فخزان المياه الجوفية الكبير الذى يوفر كل الاحتياجات المائية للمنطقة يعانى ، فى واقع الأمر ، من الإفراط فى ضخ مياهه ، بل وشهد عام ١٩٨٥ تجاوز المعدلات السنوية للاستهلاك الزراعى والمنزلى معدلات إعادة ملء الخزان طبيعيا بنسبة ٥٠٪ تقريبا [١٣]. وقد أدى الإفراط فى الضخ إلى تلوث جزئى للخزان الجوفى نتيجة لتسرب مياه البحر إليه .

ووصل التلوث الذى أصاب موارد المياه فى قطاع غزة إلى مستويات حرجة ويمثل الاستهلاك الكثيف للمبيدات والمخصبات الزراعية أحد المصادر الأخرى التى تساهم فى تلويث المياه الجوفية . كذلك لايتم جمع أو معالجة مياه المجارى فى العديد من قرى القطاع وقد أشار تقرير صادر عن الحكومة الإسرائيلية فى عام ١٩٨٧ حول الادارة المدنية للضفة الغربية وقطاع غزة إلى أن المجارى فى هذه المناطق يمكن أن تؤدى إلى تدمير خزانات المياه الجوفية . وحذر التقرير من أنه " إذا لم يتم التوصل إلى حل عاجل ... ستسبب هذه المشكلة خسائر أكبر ، وستكون الاستثمارات المالية المطلوبة أكثر بكثير من مثيلتها اليوم[١٤] . وكان إنشاء نظام جديد للمجارى فى قطاع غزة وحده سيتكلف أكثر من ١٦ مليون دولار بأسعار عام ١٩٨٨[١٥]. لكن إسرائيل أحجمت طوال العقد الماضى عن استثمار مبالغ بهذا الحجم فى مرافق المياه والمجارى فى الضفة الغربية وقطاع غزة . وقد حاولت منظمات الأمم المتحدة ، ووكالة التنمية الدولية التابعة للحكومة الأمريكية وأطراف مانحة ومنظمات غير حكومية مواجهة المشكلة لكن فى إطار جزئى .

وادى دجلة والفرات

ينبع نهر دجلة والفرات من جبال شرق تركيا . ويتدفق الفرات عبر سوريا والعراق ليصب فى رأس الخليج ، بينما يتدفق دجلة مباشرة عبر العراق ، حيث يستمد المزيد من المياه من روافده التى تنبع من جبال زاجروس فى إيران ويصب فى الخليج . وتصل مساحة وادى النهرين معا إلى نحو ١,١١٨,٢٦٠ كم٢ . ويبلغ الإيراد السنوى لدجلة نحو ٤٢,٢٣٠ مليون متر مكعب وللفرات ٣١,٨٣٠ مليون متر مكعب .

ومن المتوقع أن يدور جدل واسع فى المثلث السورى العراقى التركى فى المستقبل القريب حول كميات المياه المتناقصة والنوعية المتدهورة للمياه .

تركيا

ستؤدى المشاريع الانمائية التركية الطموحة ، خاصة مشروع جنوب شرق الأناضول ، إلى تقليص إيراد الفرات ، وهو ما يؤثر تأثيرا مباشرا على سوريا والعراق . بل إن المشاريع الانمائية فى البلدان الثلاثة جميعها تساهم فى التدمير التدريجى لنوعية المياه السطحية والجوفية ، وتقلل من كميات المياه المخصصة للأغراض المنزلية والزراعية . ومع ذلك ، يمكن أن ننظر ببعض الارتياح إلى اقتراح تركيا الأخير الداعى إلى اقتسام مواردها المائية غير المستغلة من نهرى سيحان وجيحان مع بلدان شرق أوسطية أخرى عبر " خط أنابيب السلام " ، رغم أن بعض الخبراء مازالوا يشككون فى الجدوى السياسية والاقتصادية للمشروع .

سوريا

يصعب تقييم الظروف فى سوريا . فالوكالات الحكومية الأمريكية ، مثل وكالة التنمية الدولية ، والمنظمات المتعددة الأطراف ، مثل البنك الدولى ، لاتتولى حاليا أى مشروعات إنمائية فى سوريا . وتفرض الحكومة السورية رقابة صارمة على المعلومات المتعلقة بالمشاريع المائية السورية ، لكن الخبراء يعتقدون أن البلاد يمكن أن تواجه عجزا مائيا قد يصل إلى مليار متر مكعب بحلول عام ٢٠٠٠ إذا لم يطرأ أى تغيير على نماذج الاستهلاك الحالية [١٦]. وتواجه سوريا عجزا هائلا فى المياه نتيجة لنقص إيراد الفرات والتلوث الناجم عن المبيدات الحشرية والمخصبات والأملاح . بل وتعانى المدن السورية الكبرى . مثل دمشق وحلب ، فى الوقت الراهن من نقص مستمر فى المياه والكهرباء (من المصادر الكهرومائية) ، خاصة أثناء شهور الصيف . وستؤدى المشاريع الزراعية الضخمة المقترحة ، إذا أسىء تصميمها وتنفيذها، إلى إلحاق المزيد من الأضرار بنوعية المياه والموارد المائية الحالية .وقد أثار هذا الوضع قلق الحكومة السورية ، الأمر الذى دعاها إلى إدخال زيادة حادة على المبالغ المخصصة للمشاريع المائية والكهرومائية فى موازنة عام ١٩٨٨ وتشير البيانات التى أعلنتها دمشق إلى استحواذ هذين المجالين على ٤٣,٥٪ من موازنة الاستثمارات الحكومية فى عام ١٩٨٨ ، مقارنة بنسبة ١٠٪ من موازنة العام السابق [١٧]. وتضمن المشاريع المستهدفة إنشاد شبكات للمياه والمجارى فى دمشق وحلب وحمص وحماه .

العراق

اضطرت العراق ، نتيجة لحربها الطويلة مع إيران ، إلى إبطاء وتأثر جهودها الانمائية بل وإلى إيقاف عدة مشروعات كبرى . ويشعر العراق أيضا بقلق بالغ من المشروع التركى الضخم فى جنوب شرق الأناضول -- الذى يتضمن إنشاء مشاريع للرى ومشاريع كهرومائية ، ويبلغ عددها ١٣ مشروعا ، على أعالى دجلة والفرات . وزعم التأكيدات التركية ، إلا أن الخبراء يعتقدون أن هذا المشروع سيؤدى عند اكتماله إلى إنقاص إيراد العراق السنوى من مياه الفرات من ٣٠ مليار متر مكعب إلى ١١ مليار متر مكعب . وتشير تقديرات العراق إلى أن الحد الأدنى لاحتياجاتها من مياه الفرات هو ١٣ مليار متر مكعب تقريبا (١٨).

وتشير جهود سوريا الانمائية أيضا قلق العراق . وكان العراق زعم أن ثلاثة ملايين فلاح عراقى قد أضيروا بشدة عندما خفضت سوريا من تدفق الفرات لكى تملء خزان سد الثورة فى عام ١٩٧٥ . بل ووضع هذا السد البلدين على حافة الحرب . وعلاوة على ذلك ، تتأثر العراق بشدة من جراء التلوث الناجم عن المشاريع الانمائية على أعالى النهر لأنها الدولة المائية الأخيرة على كل من دجلة والفرات . وقد تدهورت الأوضاع بشدة فى بعض المناطق إلى الحد الذى أجبر القرى الآن على استيراد مياه الشرب بالشاحنات .

وادى نهر النيل

أطول أنهار العالم ، تتدفق المياه من منابعه عبر تسع دول أفريقية : السودان وأثيوبيا ومصر وأوغندا وتنزانيا وكينيا وزائير ورواندا وبوروندى . ويغطى حوض النيل ما يقرب من عُشر القارة الأفريقية ، ويبلغ متوسط الإيراد السنوى للنيل ٨٤ مليار متر مكعب تقريبا .

وقد أدى الجفاف وشحة الأمطار اللذان أصابا القرن الأفريقى فى مطلع الثمانينيات إلى تسليط اهتمام العالم على حوض نهر النيل ، خاصة أثيوبيا والسودان ورغم عودة سقوط الأمطار إلى معدلات شبه طبيعية وتحسن الوضع إلى حد ما ، إلا أن البلدان التى تتقاسم الحوض لاتزال تواجه شبح الجفاف الدورى ، وتدهور نوعية المياه والمجاعات فى بعض المناطق . وقد أظهر التاريخ صعوبة تحقيق التعاون بين الدول النيلية التسع حول إدارة الموارد المائية وتطويرها. ومع ذلك ، شهد عام ١٩٨٣ تشكيل هيئة استشارية ، عرفت باسم " مجموعة أوغندا " ، لتشجيع التعاون حول طائفة واسعة من المسائل . ويمكن لهذه المجموعة أن يكون لها فضل السبق فى تحقيق تنسيق أكثر شمولا حول الموارد المائية .

مصر

تعتمد مصر اعتمادا كليا تقريبا على مياه النيل . ونتيجة لذلك ، يؤدى أى اقتطاع من المياه عند أعالى النيل إلى تقليص المتاح من المياه لمواجهة الطلب الداخلى المتزايد فى مصر والإضرار بعملية توليد الكهرباء من السد العالى . وكانت مصر قد أدركت منذ فترة طويلة أهمية متابعة برامج التطوير فى دول أعالى النيل لكنها لم تمارس أى تأثير تقريبا على التخطيط الفعلى لهذه البرامج وتنفيذها .

والبيانات التى يمكن التعويل عليها حول الاستغلال المصرى للمياه بيانات متناثرة ، كما أنه من الصعوبة بمكان تقدير التدفقات الموسمية للنيل . وقد أجرت الحكومة المصرية ، بدعم من البنك الدولى ، دراسات شاملة حول الموارد المائية للبلاد ، لكن كثيرا من هذه المعلومات يظل محدود التداول . كما فرضت قيود كذلك على الاطلاع على الإحصائيات المتعلقة بالطلب المتوقع والعرض المتاح مستقبلا . ومع ذلك يعتبر عمل جون ووتربرى أحد أشمل وأدق الدراسات التى ظهرت حتى الآن . ويقدر ووتربرى إجمالى الطلب المصرى على المياه بنحو ٧٣ مليار متر مكعب فى عام ١٩٩٠ . بالمعدلات الراهنة للكفاية المائية [٢١]. وتشير تقديرات ووتربرى إلى أن كمية المياه المتاحة لمصر فى عام ١٩٨٨ تراوحت بين ٤٩ مليار متر مكعب فى أسوأ الأحوال و ٥٥ مليار متر مكعب فى أحسن الأحوال بسبب الجفاف المستمر فى وادى النيل [٢٢]. وتواجه مصر اليوم نقصا فى المياه . ومع هذا ، فانها ستواجه مع نهاية هذا القرن نقصا حادا خاصة فى ظل ذلك النمو السكانى الذى لايمكن إيقافه على ما يبدو . كما سيساهم التلوث ، خاصة فى الدلتا وبعض المناطق الساحلية ، فى تفاقم هذا الوضع .

الأسباب والعواقب

يمكن رد هذه الأزمات المائية إلى ثلاثة أسباب رئيسية : الاستهلاك المتزايد للمياه ، المرتبط بنمو السكان والتوسع الزراعى والصناعى والحضرى ؛ وقصور أعمال الصيانة والتشغيل غير الملائم للمنشآت المائية ؛ والافتقار إلى التعاون بين البلدين التى تتقاسم المشترك المائى .

وقد حصلنا من مكتب مراجعة السكان Population Reference Bureau على إحصائيات مفزعة حول نمو السكان فى البلدان محل البحث ، وهى الاحصائيات المبينة فى الجدول (٩-١) . ومن أجل المساعدة على فهم جسامة المشكلة التى تواجه بلدان المنطقة ،

يوضح الجدول (٩-٢) معدلات متوسط الايراد السنوى لوديان الأنهار المعنية ، وينبغى أن نتذكر دائما ، عند تعاملنا مع الجدول (٩-١) ، أن معدل الزيادة السنوية الطبيعية لتعداد السكان الذى يبلغ ١٪ أو أقل يعتبر بشكل عام " زيادة فى حدود الامكانيات " . فمعدلات زيادة السكان فى الولايات المتحدة والبلدان الغربية الأخرى تساوى ١٪ أو تقل عن ذلك بكثير . ويمكن لمعدلات تساوى أو تزيد عن ١,٥ ٪ أن تؤدى إلى عواقب كارثية بالنسبة للبلدان النامية . وفى هذا الصدد ، يمكن القول بأن البلدان المعنية تعانى من زيادة حلزونية وجامحة فى تعداد السكان . ومع الازدياد الحاد فى حاجاتها الزراعية والصناعية والاسكانية، ستواجه العديد من هذه البلدان صعوبة بالغة فى توفير كميات كافية من المياه لمواطنيها ، ورغم معدلات النمو السنوية المعقولة نسبيا (١,٦٪) للسكان فى إسرائيل ، إلا أنها ستضطر إلى مواجهة عواقب الاتساع المفرط والخطير للبنية الأساسية لموارد المياه .

وتظهر هنا أولوية أخرى تتمثل فى عدم كفاية المنشآت المائية - السدود ومحطات معالجة المياه ومياه الصرف ، والمنشآت الصناعية وبرامج الرى . ورغم الجهود الدؤوبة التى بذلها البنك الدولى ووكالة التنمية الدولية التابعة للحكومة الأمريكية ووكالات دولية أخرى من أجل إنشاء منشآت البنية الأساسية للمياه فى سائر أنحاء الشرق الأوسط ، إلا أن معظم هذه المنشآت تعمل الآن عند مستوى يقل بكثير عن مستويات الكفاءة القصوى لها . ويفتقر المهندسون والفنيون العاملون فى محطات معالجة المياه والمجارى إلى المهارات والخبرات المطلوبة لتشغيل المعدات المتقدمة أو رقابة العمليات المعقدة ، وينطبق هذا على مصر وسوريا بشكل خاص . وتعانى معظم البلدان المعنية هنا من سوء إدارة منشآت البنية الأساسية وقصور أعمال الصيانة .

وتمنع الضغوض المالية الحكومات أيضا من توفير الصيانة الملائمة لمشروعات البنية الأساسية بمجرد الانتهاء من بنائها ودخولها مرحلة التشغيل ، وحتى فى حالة توفر الاعتمادات المالية لبرامج الصيانة والتدريب ، تحجم الحكومات عادة عن مواجهة المشكلة وتحول تلك الاعتمادات إلى بناء منشآت إضافية . وقد تم تمويل أغلب المشروعات المائية فى الشرق الأوسط ، خلال العشرين عاما الأخيرة ، من خلال مساعدة جهة أو عدة جهات خارجية . واستهدفت هذه المشروعات أساسًا تحسين نوعية المياه وظروف الصحة العامة فى المراكز الحضرية الأساسية والثانوية ، وبالتالى ، فان حكومات المنطقة تفترض عموما أن مشاريع المستقبل ستمول بنفس الطريقة .

ونصل أخيرا إلى نقص أو غياب التعاون بين البلدان التى تتقاسم الموارد المائية المشتركة . فكل الموارد المائية الرئيسية (السطحية والجوفية) فى المنطقة تتقاسمها دولتان أو أكثر . لكن الاستفادة القصوى من كل الموارد تتطلب تعاونا واسع النطاق ، ورغم أن العداوات العرقية والدينية والسياسية تحدق بالمنطقة إلا إن حسن الجوار كان مع ذلك أمرا نادر الحدوث فى الماضى وقد يصبح سرابا فى المستقبل .

فقد واجهت سوريا وتركيا والعراق مصاعب فى التعاون حول استغلال نهر الفرات . وظهر هذا مؤخرا عندما أعلنت تركيا مشروع جنوب شرق الأناضول ، الذى تم تصميمه دون إجراء مشاورات شاملة مع العراق وسوريا . ولم تناقش اللجنة الثلاثية لنهر الفرات ، التى تضم فى عضويتها البلدان الثلاثة ، سوى بعض المسائل الفنية مثل معدلات تدفق النهر وسقوط الأمطار ، وعلاوة على ذلك ، ربما يمثل الخلاف بين تركيا والعراق عقبة أمام التوصل إلى أى اتفاقية مائية فى المستقبل ، حيث تعتبر تركيا منطقة دجلة والفرات واديا واحدا ، بينما ينظر العراق إلى النهرين بوصفهما موضوعين منفصلين ، وعلى الرغم من أن مشروع جنوب شرق الأناضول سيمس تدفق النهر إلى سوريا والعراق ويشكل بالتالى مصدر قلق بالغ بالنسبة للبلدين ، إلا أن تركيا تواصل رفضها للاقتراحات الداعية إلى إجراء مفاوضات على مستوى عال حول حصص المياه واستغلالها ، ووافقت ، بدلا من ذلك ، على تشكيل لجنة فنية على مستوى أدنى ، ونتيجة لذلك ، امتنع البنك الدولى عن تقديم الاعتمادات الخاصة بتمويل أجزاء المشروع واشترط التوصل إلى اتفاقية حول تقسيم حصص المياه . وبالمثل لم تتفق سوريا وإسرائيل والأردن رسميا أبدا على استغلال نهر الأردن ، وكان أكثر مشروعات تطوير وادى الأردن شمولا قد طرح فى مطلع الخمسينيات على يد إريك جونستون ، المبعوث الشخصى للرئيس أيزنهاور إلى الشرق الأوسط ، ورغم التوصل إلى اتفاق على المستوى الفنى ورغم استمرار الأردن وإسرائيل فى الالتزام الضمنى بالعديد من بنود المشروع ، إلا أن التعنت السياسى وانعدام الثقة حالا دون الموافقة الرسمية على مشروع جونستون [٢٣] . ولم يتم كذلك بناء سد الوحدة / المقارن رغم أهميته الشديدة بالنسبة للأردن . إذ من شأن بناء هذا السد ، الذى حدد موقعه على نهر اليرموك بين سوريا والأردن ، أن يساهم إلى حد بعيد فى استغلال أكثر فعالية لمياه النهر . وباختصار ، سيساعد هذا السد على تنظيم تدفق اليرموك من خلال إنشاء بحيرة لتخزين المياه، الأمر الذى سيؤدى إلى الحيلولة دون فقدان المياه من خلال تقليل تدفق المياه إلى البحر الميت إلى حدها الأدنى ، وكانت سوريا والأردن قد صدقتا على اتفاقية

فى عام ١٩٨٧ للبدء فى بناء مشروع أصغر - سد الوحدة - فى نفس موقع سد المقارن . ومع ذلك ، يشك بعض الخبراء فى إمكانية تنفيذ ذلك المشروع ، لأن بناء السد يستدعى التوصل إلى اتفاقية مائية مع إسرائيل .

ومما لاشك فيه أن الموارد المائية ستؤثر على نتائج المفاوضات حول المسألة الفلسطينية . فقد أثارت التقارير الأخيرة حول عزم إسرائيل ضخ المزيد من المياه من الأحواض الجوفية فى الضفة الغربية احتجاجات عاصفة من جانب عرب الضفة الغربية والأردن . ومع وصول إمكانيات تطوير الموارد المائية القابلة للتجديد فى الأردن واسرائيل والضفة الغربية إلى حدودها القصوى، لن تتمكن المنطقة من احتمال انضمام أى وافدين جدد إلى المستفيدين من مياهها .

وفيما يتعلق بالنيل ، حيث تتقاسم تسع دول نفس المورد المائى ، تتسم العلاقات بدرجة أكبر من التعقيد ، ورغم أن محاولات إقامة نظام قانونى للنهر تعود إلى أواخر القرن التاسع عشر ، إلا أنه لاتوجد حتى الآن اتفاقية واحدة تجمع كل الدول النيلية ، وكان برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة UNDP قد نظم ندوة لبلدان حوض النيل جرت أعمالها فى بانجوك فى يناير / كانون الثانى ١٩٨٦ . واتخذت هذه الندوة خطوات تمهيدية نحو تحقيق أرحب وأكثر تفصيلا ، لكن يبقى بذل المزيد من الجهود حتى تؤتى هذه الصيغة ثمارها . واتفق المشاركون فى الندوة أيضا على طلب الدعم من برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة من أجل وضع برنامج لتطوير النيل ويمكن أن تصبح مجموعة الأوندوج بوتقة لتلك الجهود التعاونية فى المستقبل .

وتظل أثيوبيا هى " المجهول الأكبر" فى حوض النيل وستضطلع بدور أكثر هيمنة فى التسعينيات ، ويقدر ووتربرى إن أثيوبيا هى منبع أكثر من ٨٢٪ من مياه النيل . ونظرا لمركزها المتميز ، يمكن لمشروعات التطوير التى ستنفذها أثيوبيا .. مثل برامج الرى فى حوض النيل الأزرق وحوض نهر البارو .. أن تؤدى إلى عواقب وخيمة بالنسبة لمصر والسودان .

وأخيرا ، فان مستنقع موارد المياه فى المنطقة أعمق بكثير مما توحى به القيود التقنية والادارية والاقتصادية . أما ما يصعب تقييمه أو تغييره فهو المشاعر الكامنة . فرغم أن الظروف الطبيعية تتباين من أمة إلى أخرى ، إلا أن الموقف من الماء يظل كما هو : ففى كل بلد ، يعتبر الحصول على المياه النقية حقا مقدسا ، ويعتبر العبث بموارد المياه جريمة لاتغتفر .

وتعكس نماذج استهلاك المياه ، خاصة فى المناطق الزراعية الأكثر تقليدية ، شعورا عميقا بالغ الأصالة والقدم تجاه الماء . فالماء هو الذى يحدد طبيعة الحياة الاقتصادية ويتخلل المعايير الثقافية ، ويصب فى الأيديولوجيا السياسية . ومع أن التكنولوجيا قد يمكن تطويعها ، تظل المشاعر هى التحدى الأخير .

ما هو الدور الجديد للحكومة الأمريكية ؟

كيف يمكن لحكومة الولايات المتحدة مواجهة هذه المشاكل بشكل فعال ؟ لقد اتفق ممثلو الحكومة الأمريكية والقطاع الخاص الذين شاركوا فى مشروعنا البحثى على أن الولايات المتحدة يمكنها المشاركة فى الجهود الرامية إلى تطوير الموارد المائية فى الشرق الأوسط ويجب أن تستمر فى هذه المشاركة . ومن أجل تحقيق هذا الهدف يوصى التقرير بأن تركز الحكومة على أربعة مجالات سياسية :

- تطوير التكنولوجيا المتقدمة فى مجال المياه .
- تشجيع إدارة أكثر كفاءة للموارد المائية واستراتيجيات الحفاظ على المياه .
- تحسين التنسيق بين وكالات الحكومة الأمريكية التى تتعامل مع القضايا المائية .
- الاهتمام بالبحوث والتخطيط البعيد المدى .

ويمكن تحقيق هذه الأهداف من خلال التغييرات البنيوية والبرامجية التى سنعرضها لاحقا . إذ إن استثمارات صغيرة وعملية اليوم قد تجنبنا تقديم مساعدات فى المستقبل . وهنا تتعلق أهمية بالغة على وعى الكونجرس بأزمة الموارد المائية التى تلوح فى أفق الشرق الأوسط ودعمه لموقف أقوى لحكومة الولايات المتحدة .

أوجه الاهتمام السياسية

بالنسبة للاهتمام بتطوير تكنولوجيا متقدمة فى مجال المياه ، رغم أن التكنولوجيا ليست هى الدواء الذى سيعالج كل مشاكل المنطقة ، إلا أن الخبراء الذين شاركوا فى مشروعنا البحثى يزعمون أن التكنولوجيا يمكن أن تقلل من الضغط على موارد المياه الحالية ، فقد تثبت التكنولوجيا أنها لاتقدر بثمن فى العديد من المجالات .

ويمكن توسيع حجم الموارد الحالية من خلال إزالة ملوحة مياه البحر والمياه الأقل ملوحة . ومن المسلم به أن الاستثمارات الرأسمالية وتكاليف الطاقة المرتبطة بعملية إزالة الملوحة تحرم

العديد من بلدان الشرق الأوسط من اللجوء إليها . ومع ذلك ، ربما تؤدى التحسينات التى ستدخل على هذه العملية .. خاصة تلك المرتبطة بتخفيض تكاليف الطاقة . . إلى زيادة جاذبيتها فى المستقبل .

ويتعين كذلك الاهتمام بحماية الموارد الحالية وتوسيعها . ويمكن أن تؤدى التكنولوجيات المتقدمة فى مجال إعادة استخدام المياه ، على سبيل المثال ، إلى إعادة استخدام مصادر بالغة الأهمية ، ورغم أن المياه المكررة بهذه الطريقة تستخدم بالفعل حاليا فى الزراعة ، يمكن للجهود المستقبلية أن تركز على بعض الأغراض المنزلية والصناعية ، والأهم من هذا وذاك ، يجب أن تكون هذه الطرق معقولة السعر ويمكن الاعتماد عليها فى ظل الظروف المحلية .

وسيساعد تحسين الرقابة على التلوث وعمليات معالجة المياه على صيانة نوعية المياه ،فقد أصبح تلوث موارد المياه السطحية والجوفية من الصرف الزراعى والصناعى والمجارى مشكلة متزايدة فى العديد من بلدان الشرق الأوسط . ويتعين هنا تطوير إجراءات لمعالجة كل من المياه الملوثة ومصادر التلوث قبل أن تتلف موارد المياه ويجب إيلاء اهتمام خاص بالاستفادة من الطاقة الشمسية المهملة فى المنطقة فى عمليات معالجة مياه الصرف .

وينبغى تشجيع التكنولوجيات المتقدمة فى مجال الزراعة ، فنظام الرى بالتقنية أو الرى بالمحور المركزى يساعدان على تنظيم استهلاك المحاصيل للمياه وبالتالى يقللان من تبديد وفقد الماء نتيجة للبخر . كذلك يمكن تعظيم المكاسب الاقتصادية من كميات المياه المحدودة من خلال استنبات سلالات نباتية جيدة ومن خلال زراعة المحاصيل المرتفعة العائد .

وقد استطلعت الحكومة الأمريكية إمكانيات تشجيع التقدم التكنولوجى من خلال اللجان والمؤسسات المشتركة . ويمكن تعزيز هذه المبادرات لكى تتضمن طائفة أوسع من التطبيقات التقنية : تخفيض تكاليف عملية إزالة الملوحة ، واستخدامات الطاقة الشمسية فى تكنولوجيات المياه ، وتحسين البستنة ، الخ .

ويجب ملاحظة أن التكنولوجيا المتقدمة ليست هى الحل الأمثل فى كل الحالات ، إذ لايمكن استخدام الأنظمة المتقدمة ، مثل الرى بالتنقيط ، إلا فى وجود فنيين مدربين لتشغيل وصيانة هذه الأنظمة . كما لايمكن للتكنولوجيا أن تلعب الدور الحيوى المنوط بها إلا إذا طبقت تطبيقا حكيما مع مراعاة الظروف الاجتماعية والسياسية والاقتصادية .

وبالنسبة لتشجيع حكومات المنطقة على انتهاج أساليب أكثر كفاءة فى إدارة الموارد المائية واستراتيجيات الحفاظ عليها ، يوكد خبراء الشرق الأوسط والحكومة الأمريكية أن مشاكل المنطقة المائية تنجم عن سوء استخدام الموارد المائية بنفس القدر الذى تنجم به عن الطلب المتزايد، وتعانى البلدان محل البحث بدرجات متفاوتة من سوء صيانة المنافع العامة ، وسوء تصميم المشاريع المائية ونقص الكادر المدرب لإدارة المنشآت المائية ، وترتبط هذه العوامل الثلاثة ببعضها البعض ويضاعف كل منها آثار العوامل الأخرى ، الأمر الذى يؤدى إلى تفاقم الضغط على الموارد الشحيحة .

كذلك فان عدم كفاية أطقم تشغيل وصيانة منشآت البنية الأساسية المائية أمر بالغ الالحاح، ويساهم غياب الحوافز ، ومستويات الأجور المتدنية ، وغياب التشجيع للمسؤولية المهنية فى استمرار المصاعب المتعلقة بأطقم التشغيل . وبالإضافة إلى ذلك ، تضاعف المشاكل الطبيعية فى شبكات المياه من المصاعب المرتبطة بالبنية الأساسية ، وعلى سبيل المثال تضيع كميات هائلة من المياه فى المناطق الحضرية عبر ثقوب شبكات التوزيع والتلوث بسبب مياه المجارى غير المعالجة أو المعالجة جزئيا . ولذا لاتناسب المنطقة العديد من المنشآت الصناعية الكثيفة التكنولوجيا .

ويفرض سوء التخطيط الأولى لتصميمات المشاريع أعباء أكبر ، ويتبدى هذا بجلاء فى حالة مشاريع الرى الكبيرة . ففى العراق ، أدت مشاريع الرى السيئة التصميم والتنفيذ إلى تبوير مساحات واسعة من الأراضى فى السهل الأوسط mesopotmian . وفى مصر ، أدت شبكات الصرف السيئة إلى تشبع الأرض الزراعية ، الأمر الذى أفضى إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية وزيادة الملوحة وإلى العديد من المشاكل الصحية .

وينبغى على الولايات المتحدة تسريع وتيرة برامج التدريب الرامية إلى إطلاع المتخصصين فى المنطقة على التقنيات المتقدمة لإدارة موارد المياه وصيانتها ، وسيشجع توسيع برامج التدريب على اكتفاء المنطقة ذاتيا فى هذا المجال ، وتتمتع عدة هيئات تابعة للحكومة الأمريكية ، مثل وكالة التنمية الدولية ومكتب استصلاح الأراضى ، بخبرات واسعة فى تدريب كوادر فنية من مصر والأردن والسعودية والسودان ودول أخرى . ويجب على الحكومة الأمريكية الانطلاق من البرامج القائمة وليس القيام بمبادرة كبيرة جديدة .

وبالنسبة لتحسين التنسيق بين وكالات الحكومة الأمريكية التى تتعامل مع القضايا المائية هناك حاجة إلى تحسين التنسيق والاتصال بين وكالات حكومة الولايات المتحدة المعنية بقضايا

المياه ، ويعود هذا جزئيا إلى التباين الشديد بين النشاطات التى تقوم بها وإلى العدد الكبير للمنظمات المعنية ، ويعترف خبراء من داخل الحكومة الأمريكية بعجزهم عن متابعة أعمال أقرانهم فى الوكالات الأخرى . . الأمر الذى يعكس أساسًا عدم كفاية عدد العاملين ، ولايوجد فى هذا الصدد سوى لجنة مشتركة بين وزارة الخارجية ووكالة التنمية الدولية مختصة بقضايا الموارد فى الشرق الأدنى وتعقد اجتماعها بصفة منتظمة .

ومن هنا ، ينبغى إنشاء آلية مركزية لتنسيق السياسات وتخطيط البرامج وجمع البيانات المتعلقة بمشاريع الشرق الأوسط ، وسيمكن هذا الخبراء من الاعتماد على الجهود السابقة ، وإطلاع أقرانهم فى سائر الدوائر الحكومية على العمل الدائر أو على البرامج المرتقبة .

وبالنسبة لتشجيع البحوث والتخطيط البعيد المدى لتحديد القضايا الملحة وطرح سبل مواجهتها سياسيا ، افتقرت الكومة الأمريكية تقليديا إلى القدرة على إجراء دراسات طويلة الأمد حول اتجاهات الموارد المائية فى الساحة الدولية ، وحتى عندما يتابع قسم من أقسام إحدى الوكالات الكبيرة تطور قضايا المياه ، فان الاهتمام نادرا ما يتركز على الرؤى المستقبلية ، وتفضى القيود المرتبطة بالاعتمادات المالية وحجم العاملين إلى معالجة هى أقرب إلى رد الفعل منها إلى التنبؤ بالأزمة المؤكدة الوقوع وسبل تجنبها .

وهناك حاجة ماسة إلى آلية يمكن من خلالها إجراء تقييمات على المدى البعيد وتحديد المبادرات السياسية فى المستقبل . ويجب القيام بتحليل لجدوى المشاريع الكبيرة المقترحة ، مثل خط أنابيب السلام التركى وسد المقارن / الوحدة فى الأردن .

ومن الجدير بالذكر أنه يجرى الآن تخطيط تنبؤى للقضايا المتعلقة بالمجاعة والجفاف . فبعد أزمة ١٩٨٤ - ١٩٨٥ فى أثيوبيا ، تم إنشاء جهاز الإنذار المبكر من المجاعات ، وهو جهاز يضم ممثلين لعدة وكالات حكومية ، ويعمل انطلاقا من مكتب أفريقيا التابع لوكالة التنمية الدولية ، ويستخدم معلومات مستمدة من الهيئة القومية للطيران والفضاء National Aeronautics and Space Admirnnistration المعروفة اختصارا باسم NASA ، وهيئة المسح الجيولوجى فى الولايات المتحدة USGS ، والهيئة القومية للمناخ والمحيطات NOAA وعدة مصادر أخرى لمتابعة الظروف المتباينة فى ثمانية بلدان للتنبؤ باحتمالات حدوث جفاف آخر فى أفريقيا .

توصيات من أجل التغيير

استنادا إلى هذه الحاجات السياسية ، نقترح قيام حكومة الولايات المتحدة بما يلى :

إنشاء هيئة تنسيق داخل حكومة الولايات المتحدة . إذ يتعين إنشاء هيئة تنسيق مركزية داخل حكومة الولايات المتحدة لكل برامج التطوير والبحوث المائية فى الشرق الأوسط . ويمكن لهذه المجموعة ، التى تقوم بالتنسيق بين مختلف الوكالات الحكومية ، أن تعمل كمركز لتنقيح وتبادل البيانات وكـ " ذاكرة مؤسسية " لعمل الحكومة الأمريكية المتعلق بقضايا المياه .

وينبغى أن تتحمل هيئة التنسيق هذه مهمة تحذير الحكومة من أى أزمات مائية محتملة ، ولن تقلل هذه الهيئة أو تنتقص من مسؤولية الوكالات التى تعمل بالفعل حول مشاكل المياه : ستواصل وزارة الخارجية صياغة سياسة شاملة بمساعدة المعطيات المتوفرة لدى وكالة التنمية الدولية وهيئة المسح الجيولوجى فى الولايات المتحدة ويواصل مكتب استصلاح الأراضى تقديم المساعدات التقنية . ومع ذلك ، ستضفى الهيئة المقترحة المزيد من الاستمرارية على جهود الحكومة الأمريكية وستكون وظيفتها الأساسية هى ملاحقة المشاكل وليس المبادرة ببرامج جديدة الأمر الذى سيؤدى بالتالى إلى تعزيز السياسات القائمة .

وينبغى أن يقوم الفرع التنفيذى بانشاء وكالة داخل الحكومة الأمريكية تعمل كسكرتارية لهذه الهيئة التنسيقية وستتولى هذه الهيئة تقديم تقارير سنوية ، تعتمد على البيانات المعلنة والسرية إلى الكونجرس والفرع التنفيذى .

إنشاء برنامج مياه أمريكى شرق أوسطى لتشجيع تطوير تكنولوجيات متقدمة للمياه، ويمكن أن يكون هذا البرنامج المتعدد الأطراف ذا طبيعة مرنة على غرار اللجان والمؤسسات الثنائية الأطراف القائمة ، وستغطى موضوعات الدراسة طائفة واسعة من القضاياء التقنية، بما فى ذلك السيطرة على التلوث ، والبستنة ، واستراتيجيات إعادة استخدام المياه، واستخدام الطاقة الشمسية فى تكنولوجيات المياه . ومن شأن التأكيد بشكل خاص على البحوث المتعلقة بالمناطق الصحراوية أن يخدم فى التطبيق كلاً من الشرق الأوسط وجنوب غرب الولايات المتحدة ، وسيتولى البرنامج أيضا إجراء بحوث فى العلوم الاجتماعية فى المجالات المتعلقة بالبعد الإنسانى لقضايا المياه .

ومن أجل أقصى فعالية ممكنة ، ينبغى أن يعمل هذا البرنامج تحت رعاية هيئة التنسيق التى اقترحناها ، وستتولى سكرتارية هذه الهيئة فى نفس الوقت مهام سكرتارية البرنامج المائى الشرق أوسطى المتعدد الأطراف ، وستكون طبيعة هذا البرنامج غير سياسية ، وسيشارك الخبراء الإقليميون فى البرنامج كممثلين لحكوماتهم أو كخبراء فى مجالات تخصصهم ، وينبغى أن ينضم إلى هذه البرنامج تجمع لمؤسسات البحوث الأكاديمية والخاصة فى الولايات المتحدة ، وستتقاسم كل البلدان المشاركة فى البرنامج نتائج البحوث ، ويجب ألا يرتبط هذا البرنامج بأى شكل من الأشكال بعملية السلام العربى الإسرائيلى .ورغم أن أغلب الاعتمادات المالية لبدء البرنامج ستأتى من الكونجرس الأمريكى ، إلا أنه ينبغى مطالبة الدول المشاركة بالمساهمة فى هذا التمويل أيضا ، ويتوقع العديد من الخبراء أن البرنامج سيحتاج إلى تكلفة مبدئية قدرها ١٠٠٥ مليون دولار على مدار ثلاثة أعوام لإعطاء البرنامج القاعدة الكافية التى ستنطلق منها مهمته الملحة .

هوامش

1- Sandra Postel , Conserving Water : The Untapped Alternative , Worldwatch Report # 67 (Washington , D . C . : Worldwatch Institute , 1985) . P . 5 .

٢- تعد نماذج الخبراء فى الولايات المتحدة وفى البلدان المعنية أن الدعم الحالى لأسعار المياه لن يلحق به أى تخفيضات كبيرة فى السنوات القليلة القادمة لأسباب سياسية . الأمر الذى سيؤدى إلى تفاقم أزمة المياه .

3-Thomas Naff and Ruth Matson , eds, Water In the Middle East : Conflict or Cooperation? (Boulder , Colo : Westview Press , 1984) , P . 229 .

4- Ze`ev Schiff , military Correspondent , Ha`aretz : interview With Jouce R . Starr , Tel Aviv , Israel , 21 August 1987 .

5- Joe Stork , " Water and Israel`s Occupation Strategy , " MERIP REPORTS 13 , no 116 (1983) : 19 .

6- Meir Ben - Meir director general of Israel`s Ministry of Agriculture , interview with Jouce R . Starr Tel Aviv , Israel , 15 August 1987 .

7- Stork , " Water and Israel`s Occupation Strategy " P . 20 .

8- Thomas Naff , " Water : An Emerging Issue in the Middle East ? " The Annals of the American Acadamy of Political Scientists , November 1985 , P . 68 .

٩- حوار مع زائيف شيف .

10- Meron Benvenisti , The West Bank Handbook : A Political Lexicon (Boulder, Colo : Westview Press , 1986) , P . 223 .

11- Elaine Ruth Fletcher , " Territories " Water Supply Drying up with Overuse , " Jerusalem Post , 2 July 1987 , P . 4 .

١٢- حوار مع زائيف شيف .

13- Fletcher , " Territories , Water Supply Drying Up With Overuse , " P . 4 .

14- Ibid .

15- Ibid .

16- Off - the - record interviews with World Bank officials September 1986 .

17- Syria`s Budget : Where the Cash Flows in , 87 " The Middle East " May 1987) : 33 .

18- Ewan Anderson , " The Current Water Crisis in the Middle East " (Paper Presented at the U . S . Foregin Policy on Water Resources in the Middle East and Horn of Africa Conference , Center for Strategic and Internatinal Studies , Washington , D . C . 20 February 1986) , P . 23 .

19- Abdul - Amir al - Anbari , ambassador , of Iraq , interviewwith Jouce R . Starr , 2 november 1987 , Washington , D . C .

20- Mohammed el - Diwany , minister , Embassy of Egypt (Remarks at The Nile River Basin : A Case Study in Riparian Relations Conference , Center for Strategic and International Studies , Washington , D . C .) 4 February 1987 .

21- John Waterbury . Hydropolitics of the Nile 1979 , P . 226 .

22- Robert O . Collins , Professor of history , University of California at Santa Barbara and Michel Pommier , division chief , Country Department III - Infrastructure Europe, Middle East & North africa Region , The World Bank , interviews with Joyce R . Starr , Washington , D . C , 15 March 1988 .

23- Selig Taubenblatt , international business consultant (Presentation at U . S . Foreign Policy on Water Resources in the Middle East : Instrument for Peace and Development Conference , Center for Strategic and International Studies , Washington , D . C , 25 Novembdr 1986) .

الجدول (٩-١)

نمو السكان فى الشرق الأوسط

	السكان فى منتصف ١٩٨٦ (بالمليون)	معدل المواليد الخام (لكل ألف من السكان)	الزيادة الطبيعية (٪سنويا) للمليون	تعداد السكان المتوقع فى عام ٢٠٠٠
مصر	٥٠,٥	٣٧	٢,٦	٧١,٢
السودان	٢٢,٩	٤٦	٢,٩	٣٤,٢
العراق	١٦,٠	٤٦	٣,٣	٢٤,٢
إسرائيل	٤,٢	٢٣	١,٦	٥,٣
الأردن	٣,٧	٤٤	٣,٧	٦,٤
لبنان	٢,٧	٢٩	٢,١	٣,٦
سوريا	١٠,٥	٤٧	٣,٨	١٧,٢
تركيا	٥٢,٤	٣٥	٢,٥	٦٩,٧
الولايات المتحدة	٢٤١,٠	١٦	٠,٧	٢٦٨
العالم	٤٩٤٢	٢٧	١,٧	٦١٥٧

المصدر: World Population Data Sheet (Washington , D . C . The Population Reference Bureau , Inc , 1986)

الجدول (٩-٢)

	متوسط معدلات الإيراد السنوى
نهر الأردن *	١,٢٨٧ مليون متر مكعب
نهر الفرات	٣١,٨٢٠ مليون متر مكعب
نهر دجلة	٤٢ ٢٣٠ مليون متر مكعب
نهر النيل	٨٤ ٠٠٠ مليون متر مكعب

المصدر : حصلنا على هذه المعلومات من مصادر داخل الحكومة الأمريكية .

* هذا الرقم مأخوذ من مشروع جونستون (١٩٥٦)

ببيلوجرافيا

كتب ودوريات

Abu - Zeid , Mahmoud A . " Irrigation and Drainage Projects Preparation , " Water Management for Arid Lands in Developing Countries , Asit Biswas et al , eds (Oxford : Pergamon Press , 1980) , PP . 111 - 118 .

Accession de L'ouganda a L'Accord Portant cre'ation de L'organization Pour L'ame'nagement et le de'veloppement du bassin de la rivie're kagera . Bujumbura , La 19 Mai 1981 . United Nation , Natural Resources Water Series No . 13 Treaties Concerning the Utilization of International Water Courses for other Purposes than Navigation , Africa , (New York 1984) .

Adburgham , Roland , " Roland , " Potential for Much Greater Output , " Financial Times , 19 May 1986 , P . 6 .

Ahmad , Z . H . " Solar Earth - Water Stills , " Solar Energy , 20 (1978) : 387 - 391.

Allan , J . A . " Irrigated Agriculture in the Middle East : The Future , " Agriculture Development in the Middle East , Peter Beaumont and Keith McLachlan eds . (New York : John Wiley and Sons , 1985) .

Amir , Ilan , and Benjamin Zur . " Irrigation in Arid Zones : The Israeli Case , " Arid Zone Settlement , Giddeon Golany , ed . (New York Pergamon Press , 1979) , PP . 411 - 439 .

Amiran , David H . K . " Geographical Aspects of National Planning in Israel : The Management of limited Resources , " Institute of British Geographers 3 , no . 1 (1978) : 115 - 128 .

Anderson , Ewan . " The current Water Crisis in the Middle East . " Paper Presented at the Center for Strategic and International studiesConference on U . S . Foreign Police on Water Resources in the Middle East and Horn of Africa , Washington D . C , 20 February 1986 .

Ataturk Dam : A Tale of High Interigue , " Middle East Economic Digest Special Report (November 1983) : 26 - 33 .

Baddour , A . I . Sudanese - Egyption Reltions : A Chronological and Analytical Study (The Hague : M . Nighoff , 1960) .

Badr , G . M . " The Nile waters Question : Background and Recent Development , " # 15 Egyption Review of International Law , (1979) .

Barchard , David . " Turkey Hits Trouble Over Middle East Exports , " Financial Times , 2 September 1986 , P . 4 .

" Irag Signs Contract for 1 Billion Pound Dam Plant , " Financial Times , 30 September 1986 , P . 6 .

Bari , Zohwal . " Syrian - Iragi Dispute Over the Euphrates Waters , " International Stydies (New Delhi) 16 , no . 2 (April - June 1977) : 227 - 244 .

Bari , Finn . " Saudis to Subsidize Barley , " Financial Times , 24 September 1986 , P . 40 .

Bartholer , Jefferey . " Mediterranean`s Pearl Now Awash in Sewage , " Washington Post , 21 August 1986 , P . 29 .

Beaumont , Peter , and Keith McLachlan , eds . Agricultural Developmein the Middle East (New York : John Wiley and Sons , 1985) .

Beaumont , Peter , Blake Gerald , and Malcolm Eagstaff , eds . The Middle East : A Geographical Study (New York : John Wiley and Sons , 1976) .

Benedick , Richard Elliot . " The High Dam and the Transformationof the Nile , " Middle East Journal 33 , no . 2 (Spring 1979) : 119 - 144 .

Ben - Shahar , Haim , et al . The Research Project for Economic Cooperation in the Middle East : An Overview (Tel Aviv : Tel Aviv University , 1986) .

Benvenisti , Meron . 1986 Report : West Bank Data Project (Boulder , Colo : Westview Press , 1986) .

—— The West Bank Handbook : A Political Lexicon (Boulder , Colo . : Westview Press 1986) .

Bodgener , J . " Oman Develops Skills Ancient andModern , " The Middle East Economic Digest , 10August 1984 , P . 38 .

" Brief , " Middle East Economic Digest 28 , no . 33 (17 August 1984) : 7 .

" Brief , " Middle East Economic Digest 28 , no . 39 (28 September 1984) : 18 .

Brilliant , Joshua . " Water in the Hille , " Jerusalem Post Majazine , 4 May 1979 , P . 14 .

Brown , Lester , ed State of the World , 1987 (New York W . W . Norton & Company , 1987) .

Butter , David . " Egypt : Edging Toward Economic Reform , " Middle East Economic Digest 28 , no . 32 (10 August 1984) : 10 - 13 .

______ . " Prospects Brighten for Egypt's Cotton Harvest , " Middle East Economic Digest 28 , no . 33 (17 August 1984) : 6 .

Caelleigh , Addeane . " Middle East Water : Vital Resource , Conflict , and Cooperation , " A Shared Destiny : Near East Regional Development and Cooperation , Jouce R Starr, ed (New York : Praeger , 1983) , PP . 121 - 136 .

Cassell , Michael , " Urban Water Supplies and Sewage : Current Development Projects , " Middle East Annual Review (New York : Rand Mcnally , 1979) .

Charnock , Anne . Bold Steps Taken to Boost City Supplies , " Middle East Economic Digest 28 , no . 32 (10 August 1984) : 29 - 30 .

_____ . " Nile Schemes Bring Benefits and Problems " Middle East Economic Digest 28 , no . 32 (10 August 1984) 30 .

_____ . " Turkey , Irag Harness Rivers , " Power " Middle East Economic Digest 28 no . 32 (10 August 1984) : 35 - 36 .

_____. " Wate Resources : Strategic Concerns Speed Search for New Answers Middle

East Economic Digest 28 no . 32 (10 August 1984) : 27 - 28 .

Cooley , John. " Syria Links Pullout to Guaranteed Access to Water , " Washington Post , 8 June 1983 .

_____ . " The War Over Water , " Foreign Policy , no . 54 (Spring 1984) : 3 - 26 .

Cooper , J , and A . Nozik . " Hydrogen Production Using Photocatalytic Semi conductor Powers and Colloids " Golden , Colo . : Solar Energy Research Institute Unpublished report , 1985) .

Crusoe , Jonathan . " Bouygues Plays Key Role in Iragi Barrage Effort , " Middle East Economic Digest 28 no . 32 (10 August 1984) : 35 .

Davis , Uri , E I . Antonia and john Richardson " Israel's Water Policies , " Journal of Palestine Studies 9 , no . 2 (Winter 1980) : 10 - 11 .

Delyannis , A . , and E . Delyannis . " Solar Distillation Plants of High Capacity , " Fourth International Symposium on Fresh Water from the Sea , Vol . 4 (1973) : 487 - 491 .

Derrick Jonathan . " Is the Middle East Drying Up ? " The Middle East (no . 157 (October 1987) : 28 .)

Deudney , Daniel . Rivers of Energy : The Hydropower Potential , Worldwatch Papers , no . 44 (Washington , D . C : Worldwatch Institute , 1981) .

Drysdale , A . , and A . G. Blake The Middle East and North Africa: A Political Geography (Oxford : Oxford University Press , 1985) .

" Egypt : Threat to Nile Water , " African Recorder 19 (14 July 1980) : 5 and 396 .

El - Diwany Mohammed . Remarks at a Seminar entitled " The Nile River Basin : A Case Study in Riparian Relations , " Center for Strategic and International Studies , Washington , D . C . , 4 February 1987 .

El - Gabaly , M . M . " Problems of Soils and Salinity , "Water Management for Arid Lands in Developing Countries , Asit biswas et al . , eds . (Oxford : Pergamon Press ,

1980).

Euphrates Dam Gives Syria Headachcs , " An - Nahar Arab Rwport , 19 March 1984 , PP . 20 - 21 .

Euphrates Dam Transforms Neglected Areas , " Middle East Economic Digest , Special report (March1980) , PP . 33-35 .

Fahim , Jussein M . D People and Environment : The Aswan High Dam Case (New York : Pergamon Press , 1981) .

Fletcher, D . B . " UV / Ozone Process Treats Toxics , " Waterworld News , May / June 1987 , PP . 25-28 .

Fletcher , Elaine Ruth , " Territories Water Supply Drying Up With Overuse , " Jerusalem Post , 2 July 1987 .

Galnoor, Itzhak . " Water Policymaking in Isreal , " Policy Analysis , 4 (1978) : 339- 335

Garg , S . K . , ed al . " Development of Humidification - Dehumidification Technigues for Water Desalination in Arid Zones of India , " Paper Presesnted at the 2nd European Symposium on Fresh Water from the Sea , Athens , May 9-12 , 1967 .

Garretson , Albert H . and R . D . Hayton . " The Nile Basin . " The Law of International Drainage Basins , (New York : Oceana Publications , Inc . , 1967) .

_____ . " The Nile River Sustem . " Proceedings of the American Society of International Law at its Firty - Fourth Annual Meeting held at Washington , D . C , April 28-30 , 1960 , (1960) .

George , Alan . " Wrangle Over the Euphrates , " The Middle East (no . 157 (October 1987) : 27 .)

Godana , Bonaya Adhi , Africa`s Shared Water Resources : Legal and Institutional Aspects of the Nile , Niger and Senegal River Systems (London : Frances Pinter , 1985) .

Goshko , John . " Cut Things Not People , " Washington Post , 29 October 1979P . A23 .

Gowers , Andrew . " Bridging Egypt's Food gap , "Financial Times , 13 February 1987 , P . 30 .

Graham , J . L . , and R . Dellinger , " A Laboratory Evaluation of the Solar Incinerability of Hazardous Organic Wastes ," SERI ProgressReport (Dayton , Ohio : University of Dayton 1985) .

Graham - Brown , Sarah m and Richard Barchard . " Turkey Taps the Euphrates Resources, " Middle East Economic Digest 25 , no . 29 (17 July 1981) :50-52 .

Groundwater in the Eastern Mediterranean and Western Asia , Natural Resources / Water Series , no 9 (New York : United Nations , 1982) .

Guariso , G . " A Real - Time Management Model for the Aswan High Dam with Policy Implications , " Geographical Analysis 13 , no . 4 (October 1981) : 355-371 .

_______ . " Nile Water for Sinai : Framework for Analysis , " Water Resources Research 17 , no . 6 (December 1981) : 1585-1593 .

Guariso , G . , et al . " Energy , Agriculture , and Water : A Multiobjective Pro gramming Analysis of the Operatons of the Aswan High Dam , " Environment and Planning , 12 (1980) : 369 - 379 .

Gustafson , C . Don . " The Irrigation Problem : The Israeli Experience , " Israel , the Middle East , and U . S . Interests , H . Allen and I . Volgys, eds . (New York : Praeger , 1983) , 55-56 .

Harding , J " Apparatus for Solar Distillation , " Proceedings of the Institute of Civil Engineers , 72 (1983) : 284 - 288 .

" Health Standards Rise Sharply , "Middle East Economic Digest 28 , no . 36 (7 September 1984) : 12 .

H eiberg , Lieutenant . General E . R . Speech given at the Conference at the Center for Strategic and International Studies on U . S . Foreign Policy on Water Resource

in the Middle East and Horn of Africa , Washington , D . C , 21 February 1987 .

Hewett , R . " Preliminary Assessment of the Feasibility of Utilizing Solar Thermal Technology to Detoxify Pink Water , " SERI , 1986 .

Hodges , C . N , et al . " Solar Distillation Using Multiple - Effect Humidification "Unpublished report Prepared for the Office of Saline Eater Research Development Progress 194 , U . S .Department of the Interior , 1966 .

Hosni , Sayed . " The Nile Regime . " Egyptian Review of International Law # 17 .

Hsaio , C . C ., C . Le and D . F . Ollis " Heterogeneous Photocatalysis : Degradation of Dilute Solutions of Dichloromethane (CH 2 CI 2) , Chloroform (CHCI 3) , and Carbon Tetracholride (CCI 4) with Illuminated Tio 2 Photocatalyst , " Journal of Catalysis , Volume 82 , no . 2 (Academic Press , 1983) .

Inbar , Moshe , and J . O . Maos , Water Resource Management in the Northern Jordan Valley , " KIDMA 7 , no . 3 (1983) : 21 - 25 .

" Irag Sides with Turkey Against Syria on Use of Euphrates Resources , " Middle East Times , 12 May 1984 .

Iragi Water Treatment Plant Project , " Financial Times 21 January 1986 , P . 28 .

" Iragi Water Treatment Projects , " Financial Times , 23 April 1986 , P . 27 .

" Isreal Bought a Third of South , " Arab Report and Record 1-15 January 1978 , P . 12 .

Ivekovic, H . " Water by Dehumidification of Air Saturated with Vapor Below 80° C, " Fifth International Symposium on Fresh Water from the Sea . Vol . 2 (1976) : 456-457 .

Jabber , Paul . " Egypt`s Crisis : America`s Dilemma , " Foreign Affairs (Summer 1986) : 960-980 .

Jenkins , Loren . " Dynamic Mayor Remakes Istanbul , " Washington Post , 24 September 1986 , P . 14 .

Kassas , M . " An Environmental Science Programme for an International River Basin : A Case Stydy , "Water Management for Arid Lands in Developing Countries (Onford : Pergamon Press , 1980) .

Kats , Gregory . " To the High Dam with CARE , " Cario Today , October 1983 . PP . 27-31 .

Keen , M . " Cheaper , Purer Water from the Sun , " Water and Sewage , 5 August 1985 , PP . S 14 - S 16 .

Khouri , Rami . " Dead Sea Swan Song , " The Middle East , (no . 70 (August 1980) : 44 .)

_______ . " Jordan`s Ten Billion Dollar Hothouse , "The Middle East , (no . 71 (September 1980) : 76 .)

Land , Thomas . " Flushing the Desert , " The Middle East , (no . 153 (July 1987) : 39) .

Latif , M . G . " Solar Desalination " M . Sc . thesis , El Minia University , Egypt , 1983 .

Lawand , T . A . " Systems for Solar Distillation , "Paper Presented at the International Conference for Appropriate Technologies for Semi Arid Areas : wind and Solar Energy for Water Supply , west-Berlin , 15-20 September 1975 .

Lusk , Gill . " Sudan Budget : What Do the Figures Mean ? " Middle East Economic Digest 28, no . 37 (14 September 1984) : 37 .

Lycett , Andrew . " Special Survey : Water Resources , "The Middle East , (no . 84 (October 1981) : 79-82 .)

Mazur , Michael P . Economic Growth and Development in Jordan (London : Croom Helm , 1979) .

Mc Connel , Pat . " Ataturk Dam : The Biggest Yet , " The Middle East , (no . 115 (May 1984) : 52 . 57 - 76 .)

Mc Pherson , M . Peter . Paper Presented at the Center for Strategic and International Studies Conference on U . S . Foreign Policy on Water Resources in the Middle East and Horn of Africa , Washington , D . C , 20-21 February 1986 .

Midwest Research Institute , SOLERAS (Kansas City , Mo : 1986) .

Mohsen , Assem AbduL . " Egypt , Ethiopia Clash Over Nile , " The Middle East , (no . 71 (September 1980) : 70 .)

Montagnon , Peter . " turkey wins Generous Terms on S 233 M Loan , " Financial Times , 22 January 1986 , P . 30 .

Moustofa , S . M , D . I . Jarrar and H . I . El-Mansy " Performance of a Self-Regulating Solar Multistage Flash Desalination System , " Solar Energy 35 , no . 4 (1985) : 333-340 .

Naff , Thomas and F . W . Frey . " Water : An Emerging Issue in the Middle East ? " Annals of the American Academy of Political Science , no 482 (November 1985) : 65-84 .

Naff , thomas , and Ruth Matson eds . Water in the Middle East : conflict or cooperation (Boulder , Colo : Westview Press , 1984) .

Noor - Abboud , Abed , and Jonathan Crusoe . " Irag : Saline Waste Goes Down the Drain , " Middle East Economic Digest 28 , no . 33 (17 August 1984) : 10 .

Odone , Toby . " Manmade River Brings Water to the People , " Middle East Economic Digest 10 August 1984 , PP . 39-40 .

Okidi , C . O . " Legal and Policy Regime of Lake Victoria and Nile Basins . " Indian J ournal of International Law # 20, (1980) .

Ollis , D . F . Heterogeneous Photocatalvsis for Water Purification : Prospects and Problems (Raleigh : North Caroline University , 1984) .

Osborn , D . E . Spectrallv Selective Beam Splitters Designed to Decouple Quantum and Thermal Solar Energy Conversion in Hybrid concentrating Systems (Tucson : University ofArizona , 1987) .

Ottaway , David . " Water Issue Roils Turk - Syrian Ties , " Washington Post , 19 May 1984 .Perera , J " Water Geopolitics, " The Middle East , February 1981 , PP. 47-54.

Postel , Sandra . Water : Rethinking Management in an Age of Scarcity Worldwatch Paper , no 62 (Washington D . C . : Worldwatch Institute , December 1984) .

______ . Conserving Water The Untapped Alternative , Worldwatch Paper , no 67 (Washington D . C . : Worldwatch Institute , September 1985) .

Prengle , H . W , C . E . Mauk , and J . E . Payne . " Ozone / UV oxidation of Chlorinatad Compounds in Water . " Paper Presented at the International Ozone Institute Forum on Ozone Disinfection , Chicago , Ilinois 2-4 June 1976 .

Pruden , A . L , and D . F . Ollis . " Photoassisted Heterogeneous Catalysis . Degradation of Trichloroethylene in Water . " Journal of Catalysis (Voi . 82 , no . 2 , Academic Press , 1983) .

Roberts , John . " Pakdemirli Unveils Turkish Investment Plans , " Middle East Economic Digest 28 , no . 39 (28 September 1984) : 34 .

Rogers , Peter . " Water : not As Cheap As You Think , " Technology Review 139 , no . 8 (November / December 1986) : 30-43 .

Royal Scientific Society . West Bank Resources and Its Significance to Isreal , April 1979 , PP . 7-10 .

Saliba , Samir N . The Jordan River Dispute (The Hague : Martinus Nijhoff , 1965) .

Samaha , M . , and M . Abu - Zeid . " Strategy for Irrigation Development in Egypt up to the Year 2000 , Water Supply and Management Vol . 4 (Oxford : Pergamon Press , 1980) , PP . 139-146 .

Samman , Nabil . " Cost - Benefit Analysis of the Euphrates Dam , " Water Supply and Management 5 , no . 4 / 5 (1981) : 331-338 .

Schmida , Leslie Keys to Control - Israel's Pursuit of arab Water Resources (Washington , D . C . :American Educational Trust , 1982) .

Selwyn , Michael . " Ethiopia`s Ten - Year Plan Is in with a Chance . " Middle East Economic Digest 28 , no . 38 (21 September 1984) : 10 .

Simpson , Barbara , and I . Carmi . " The Hydrology of the Jordan Tributaries : Hydrology of Isotopic Investigation " Journal of Hydrology , 62 (1983) : 225-242 .

Sinai , Anne , and Allen Pollack , eds . Hashemite Kingdom of Jordan and the west Bank (NewYork : American Academic Assoction for Peace in the Middle East , 1977) . PP . 65-113 .

Solar Thermal Power , SERI / SP-273-3047 (Golden , Colo . : Solar Energy Research Institute , 1987) .

Spector , Lea , and George E . Gruen . Water of Controversy : Implication for the Arab - Isreal Peace Process . (New York : Amircan Jewish Committee , Institute of Human Relations , December 1980) . PP . 1-11 .

Starr , Jouce R . , ed. A Shared Destiny : Near East Regional Development and Cooperation . (New York: Praeger Publishers , 1983) .

Stauffer , Thomas . " Isreal`s Water Needs May Erode Path to Peace in Region , " Christian Science Monitor , 20 Janayry 1982 . PP . 78-79.

_____ . " The Lure of the Litani , " Middle East International , 30 July 1982 , PP . 13-14 .

Stork, Joe . " Water and Isreal`s Occupation Strategy , " MERIP Reports 13 , no . 116 (1983) :227-283 .

" Structural Adjustment Attracts World Bank Funds , " Middle East Economic Digest 28 , no . 28 (21 September 11984) : 44 .

" Syria`s Budget : Where the Cash Flows in ' 87 , " The Middle East , (no . 151 (May 1987) : 33 .)

Tabor , Harry Z . " Using Solar Energy to Desalinate Water , " Alternative Futures 28 , no . 4 , (October - December 1978) :

Talling , J . F . " Water Characteristics , " Euphrates and Tigris Mesopotamian Ecology and Destiny (The Hague : Dr . W . Junk Monographiae Biologicae , Vol . 38 , 1980) , PP . 63-80 .

Taubenblatt , Selig . Presentation made at the Center for Strategic and International Studies Seminar on U . S Foreign Policy on Water Resources in the Middle East : Instrument for Peace and Development , Washington D . C . , 25 November 1986 .

Temko , Ned . " Water : Toughest Issue on the west Bank , " Christian Science M onitor , 18 September 1979 .

Thornton , J . , Some Perspectives on the Potential for Solar Detoxification of Hazardous Wastes , RI / MR - 250-3122 (Golden , Colo . : Solar Energy Research Institute , 1987) .

Tleimat , B. W . " Optimal Water Cost from Solar Powered Distillation of Saline Water " Paper Presented at the Baghdad Conference , 1-6 December 1981 , PP . 459-489 .

Tyler , Patrick . " Egyptians Turn to Desert Farming , " Washington Post , 24 December 1986 , P . 10 .

Wallace , John . " Water is Jordan`s Top Priority . " Middle East Economic Digest 23 , no . 12 (23 March 1979) : 35 .

" Water Politics , " The Middle East , Special report , no . 76 (February 1981) : 47-54 .

" Water Power : who Turns the Tap ? " Arab Report , 14 March 1979 .Waterbury , John . Hydropolitics of the Nile Vallev (Syracuse , N . Y . : Syracuse University Press , 1979) .

_____ . " Riverains and Lacustrines : Toward International Cooperation in the Nile Basin , "Discussion Paper no . 107 (Princetion , N . J . :Princeton University Research Program in Development Studies , September 1982) .

Weihe , H . " Fresh Water from Sea Water : Distilling by Solar Energy . " Solar Energy , 13 (1972) : 439-444 .

Whittington , D , and G . Guariso . Water Management Models in Practice : A Case Study of the Aswan High Dam (New York : Elsevier Scientific Publishing Co , 1983) .

Whittington , D . and K . E. Haynes . "Nile Water for whom ? " Agricultural Development

in the middle East , Peter Beaumont and Keith McLachlan , eds . (New York : John Wiley and Sons , 1985) . PP . 125 - 149 .

Wiseman , Boin " Water Decades Goals Recede as population Grows , " Middle East Economic Digest 26 , no 13 (26 May 1982) : 16-18 .

World Population Data Sheet (Washington , D . C . : The World Population Reference Bureau , Inc , 1986) .

Younger , Dana R . " Nonmilitary Water Resources Projects in the Middle East and Horn of Africa : An Overview Bank . " Background Paper for the Center for Strategic and International Studies Conference on U . S . Foreign Policy on Water Resources in the middle East and Horn of Africa , Washington , D . C . 20-21 February 1986 .

وثائق حكومية

Barney , G . O ., ed The Global 2000 Rebort to the President , vol . 2 : The Technical Report . Report Prepared for the Council on Environmental Quality and U . S Department of State , (New York : Pergamon Press , 1980) .

Boegli , W . J . M . M Dahl , and H . E Remmers . Southwest Region Solar Pond Study for Three Sites : Tularosa Basin , Malava Bend , and Canadian River . Report Prepared for the U . S . Department of the Internatior (Denver : GPO . 1984) .

JAckson , B . , and J . M . Lachowski " Overview of Pink Water Treatment Tecnology at DARCOM Facilities , " U . S . Army Armament Research and Development Center, As - E401 - 132 (Dover N . J ,1984) .

Roth , M ., and J . M . Murphy . " Ultraviolet - Ozone and Ultraviolet - Oxidant Treatment of Pink Water , " U . S . Army Arment Research and Development Center , ARLLCD - TR - 78057 (Dover , N J , 1987) .

U . S . Department of commerce , Foriegn Economic Trends : Egypt (Washington , DC : GPO , 1986) .

U . S . Dpartment of Commerce , Foreign Economic Trends : Ethiopia (Washington , D . C . : GPO , 1986) .

U . S . Department of Commerce , Foreign Economic Trends : Irag (Washington , D . C . : GPO , 1986) .

U . S . Department of Commerce , Foreign Economic Trends : Isreal (Washington , D . C . : GPO , 1986) .

U . S . Department of Commerce , Foreign Economic Trends : Jordan (Washington , D. C . : GPO , 1987) .

U . S . Department of Commerce , Foreign Economic Trends : Sudan (Washington , D . C : GPO , 1986) .

U . S . Department of Commerce , Foreign Economic Trends : Syria (Washington , D . C. : GPO , 1986) .

U . S . Department of Commerce , Foreign Economic Trends : Turkey (Washington, D . C. : GPO , 1985) .

U . S . Department of Energy , National Solar Thermal Tehcnology Division Five Year Research and Tehcnology Division Five Year Research and Development Plan 1986 - 1990 DOE / CE - 0160 (Washington , D . C . : GPO , 1986) .

U . S . Department of Energy Photovoltaic Energy Tehcnology Division Five Year Research . 1984 - 1988 . Photovoltaic : Electricity from Sunlight , DOE / CE - 0072(Washington , D . C . : GPO , 1983) .

U . S . Department ofState . Background Notes :Egypt (Washington , D . C . : GPO , 1985)

U . S . Department ofState. Background Notes: Ethiopia (Washington, D. C . : GPO , 1985)

U . S . Department ofState . Background Notes : Irag (Washington , D . C. : GPO , 1984)

U . S . Department ofState . Background Notes : Isreal (Washington , D . C . : GPO , 1984)

U . S . Department ofState . Background Notes : Jordan (Washington , D. C . : GPO , 1984)

U . S . Department ofState . Background Notes : Sudan (Washington , D. C . : GPO , 1985)

U . S . Department ofState . Background Notes : Suria (Washington , D . C . : GPO , 1986)

U . S . Department ofState . Background Notes:Turkey (Washington , D. C . : GPO , 1984)

صحف ومجلات

عبد العزيز فاروق وجمال كامل . " وزير الكهرباء يحذر : نحن على أعتاب أزمة طاقة " ، الجمهورية ، ٢٣ يناير / كانوب الثانى ١٩٨٦ .

محمد بسيونى . " زيادة الاستثمارات العربية " ، المجلة ، ٢٣ سبتمر أيلول ١٩٨٦ .

Berberoglu , Enis . Cumhuriyet , 3 April 1986 (WER 86 - 062, P . 84 - 85).

عبد الوهاب عبد الحميد ، " مصر تنتج معدات زراعية متقدمة لأول مرة ، الأهرام : الطبعة الدولية ، ١٩ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

" كيف تخطط مصر لمواجهة مشاكل الأمن الغذائى " ، المستقبل أكتوبر ، ١١ يناير . كانون الثانى ١٩٨٦ .

" تحقيق فى واقع المحاصيل الزراعية فى دير الزور " ، البعث ، عدد ١٢ يناير / كانون الثانى ١٩٨٦ .

سيد الجبرتى وهناء جوهر . " العديد من فرص العمل والاستثمار فى الأراضى الجديدة لايستفيد منها أحد " ، الأخبار ٢٦ أكتوبر تشرين الأول ١٩٨٦ .

Karakas , Osman . Milliyet , 5 June 1986 (WER - 86 - 088 , PP . 98 - 99) .

" إجراءات لتعويض نقص المياه خلف السد العالى "، الأهرام : الطبعة الدولية ، عدد ٢٣ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

عيسى المرشدى . الأخبار ، عدد ٢٢ يناير / كانون الثانى ١٩٨٦ .

فؤاد نصحى ، " سيادة الرئيس : الأحزاب أنهت مناقشتها لمشكلة الدعم " ، الشعب ، عدد ٢١ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

يوسف القعيد . " العمال الأجانب فى الخليج : مقارنة بين العمالة الآسيوية والمصرية " ، المستقبل ، عدد ٩ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

سامى رياض . الأهرام ، ٢٩ يناير / كانون الثانى ١٩٨٦ .

أسامة سرايا . " موارد مصر المائية تكفى لاستصلاح مليون فدان " ، الأهرام ، ٣١ يناير / كانون الثانى ١٩٨٦ .

حوارات

الأنباري ، د. عبد الأمير . سفير العراق لدى الأمم المتحدة : حوار مع جويس ستار فى واشنطن فى ٢ نوفمبر الثانى ١٩٨٧ .

روبرت بيل Bell , Robert . نائب المدير العام المساعد لمكتب آسيا والشرق الأدنى التابع لوكالة التنمية الدولية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢٢ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

مائير بن مائير . Ben - Meir , Mier . المدير العام لوزارة الزراعة الإسرائيلية حوار مع جويس ستار فى تل أبيب فى ١٥ أغسطس / آب ١٩٨٧ .

جريج بيرى Berry , Greg . مكتب شؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا فى وزارة الخارجية الأمريكية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢١ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

ناثان بوراس Buras , Nathan . رئيس قسم الهيدرولوجيا وموارد المياه فى جماعة أريزونا . حوار مع دانييل ستول فى توسكون فى ١٦ مارس / أذار ١٩٨٧ .

شارون كليرى Cleary , Sharon مسؤولة البيئة الدولية فى مكتب شؤون المحيطات والبيئة الدولية والشؤون العلمية التابع لوزارة الخارجية الأمريكية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢١ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

وورث فتزجيرالد Fitzgerald, Worlth . كبير أخصائيى إدارة المياه بوكالة التنمية الدولية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ١٠ سبتمبر / أيلول ١٩٨٦ .

فرانك جيرى Geary , Frank J . مهندس طاقة يعمل فى ابنك الدولى . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ١٥ سبتمبر / أيلول ١٩٨٦ .

بنجامين هولى Hawley , Bengamin . مشؤول مكتب الأردن ولبنان وعمان فى وكالة التنمية الدولية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢٩ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

روبرت هيكوكس Hickox , Robert . مسئول النشاطات الخارجية فى مكتب استصلاح الأراضى ، حوار دانييل ستول فى واشنطن فى ٨ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

جون هولزمان Holzman , John . مكتب شؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا فى وزارة الخارجية الأمريكية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ١٩ سبتمبر / أيلول ١٩٨٦ .

هيلين انجرام Ingram , Helen . أستاذة العلوم السياسية فى جامعة أريزونا . حوار مع دانييل ستول فى توسكون فى ١٦ مارس / آزار ١٩٨٧ .

فرانك كربر Kerber , Frank . مكتب شؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا فى وزارة الخارجية الأمريكية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢٢ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

برادشو لونجميد Longmaid , Bradshaw . نائب المدير العام المساعد لمكتب العلوم والتكنولوجيا التابع لوكالة التنمية الدولية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى٢٢ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

ستيف لنتنر Lintner , Stev . المنسق البيئى فى مكتب آسيا والشرق الأدنى التابع لوكالة التنمية الدولية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢٩ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

وليام لورد Lord , William مدير مركز بحوث الموارد المائية فى جامعة أريزونا . حوار مع دانييل ستول فى توسكون فى ١٦ مارس / آزار ١٩٨٧ .

روبرت لودان Ludan , Robert . مساعد منسق التنمية فى مكتب شؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا فى وزارة الخارجية الأمريكية . حوار مع دانييل استول فى واشنطن فى ٢٠ أكتوبر / تشرين الأول ١٩٨٦ .

دبليو . جيرال ماتلوك Matlock , W . Gerald . أستاذ الهندسة الزراعية فى جامعة أريزونا . حوار مع دانييل ستول فى توسكون فى ١٦ مارس / آذار ١٩٨٧٦ .

إف . يوجين ماجنكن Mc Junkin, F . Eugene . مهندس بيئة فى مكتب العلوم والتكنولوجيا التابع لوكاية التنمية الدولية . حوار مع دانييل استول فى واشنطن فى ٢ سبتمبر . أيلول .

سى . وليام موس Mosaer , C . William ، نائب مدير اللجنة الاقتصادية المشتركة بين الولايات المتحدة والسعودية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ١٩ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

مارشال موسى Moss , Marshll . مساعد رئيس قسم الهيدرولوجيا فى هيئة المسح الجيولوجى فى الولايات المتحدة . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ١٣ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

دونالد أسبورن Osborn , Donald . مدير محطة الطاقة الشمسية فى جامعة أريزونا . حوار مع دانييل استول فى واشنطن فى ١٧ مارس . آذار ١٩٨٧ .

رورى أوسوبيفان O`Sullivan , Rory . رئيس قسم فى البنك الدولى . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢٤ سبتمبر / أيلول ١٩٨٦ .

مارى بورتو Porto , Mary من مكتب شؤون الشرق الأدنى وجنوب آسيا فى وزارة الخارجية الأمريكية . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ١٧ سبتمبر / أيلول ١٩٨٦ .

زائيف شيف Schiff , Ze`ev . مراسل عسكرى لصحيفة هآرتز الإسرائيلية . حوار مع جويس ستار فى تل أبيب فى ٢١ مارس / آزار ١٩٨٧ .

جيمس سلاتر Slater , James . مكتب نائب وزير الداخلية حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢٥ أغسطس / آب ١٩٨٦

باربارا ترنر Turner, Barbara نائب مدير مكتب الموارد التقنية بمكتب آسيا والشرق الأدنى التابع لوكالة التنمية الدولية حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ٢٦ أغسطس / آب ١٩٨٦ .

إل . جراى ويلسون Wilson , L . Gray . أستاذ الهيدرولوجيا فى جامعة أريزونا . حوار مع دانييل ستول فى توسكون فى ١٦ مارس / آذار ١٩٨٧ .

ماريو زيلايا Zelaya , Mario . مهندس صحة فى البنك الدولى . حوار مع دانييل ستول فى واشنطن فى ١٩ سبتمبر / أيلول ١٩٨٦ .

عن المحررين والمساهمين

إيون أندرسون Ewon W . Anderson : محاضرات فى قسم الجغرافيا وقسم الشرق الأوسط والدراسات الإسلامية فى جامعة دورهام (انجلترا) ، وعمل كمستشار لدى حكومات الولايات المتحدة والمملكة المتحدة وسلطنة عمان . يحمل درجة الدكتوراة فى الجيولوجيا ودرجة أخرى فى التعليم .

ليون أوربوك Leon Awerbuch : كبير ممثلى تنمية النشاط لمجموعة بكتل ... خبير عالمى شهير فى إعادة استخدام المياه وإزالة ملوحة مياه البحر . شارك فى مشاريع لإزالة ملوحة مياه البحر فى الأردن والسعودية - أكبر مصنع من نوعه فى العالم - وهو أيضا أمين صندوق هيئة مديرى الرابطة الدولية لإزالة ملوحة مياه البحر .

واين كولينز Wayne L . Collins : كان مديرا مساعدا لمختبر البحوث البيئية التابع لجامعة أريزونا لمدة ١٦ عاما . وكان قبلها يعمل نائبا لرئيس مؤسسة البحار فى هاواى . وعمل كذلك مديرا أول للزراعة والحفاظ على البيئة فى ولاية هاواى . وعمل فى الخمسينيات والستينيات معلقا صحفيا معروفا فى هاواى .

سيم دونا Cem Duna : انضم إلى وزارة الخارجية التركية فى عام ١٩٦٩ وتولى مناصب دبلوماسية فى السعودية والمملكة المتحدة وهولندا وعمل مستشارا للشؤون الخارجية لدى رئيس الوزراء تورجوت أوزال منذ عام ١٩٨٥ .

كارل هودجز Carl N . Hodges : مدير مختبر بحوث البيئة فى جامعة أريزونا . وقد اشتهر هذا المختبر بابتكاره التكنولوجيا فى مجال الزراعة ، وحماية البيئة : والاستنبات المائى، ورى النباتات بمياه البحر . ويشرف الآن على تطوير " مجال حيوى " بيئى مقفول تماما .

راج كريشنا Rag Krishna : يعمل حاليا رئيسا لمجلس منطقة جنوب آسيا فى البنك الدولى . وكان يدرس القانون فى جامعتى دلهى والبنجاب قبل انضمامه إلى القسم القانونى فى البنك الدولى فى عام ١٩٦٩ . وللدكتور كريشنا عدد كبير من الدراسات والكتب حول القضايا المتعلقة بالقانون الدولى والقانون الاقتصادى الدولى .

مدحت لطيف : مصرى يحضر حاليا لنيل درجة الدكتوراة فى قسم الهندسة النووية وهندسة الطاقة فى جامعة أريزونا . وكانت أطروحته لنيل درجة ماجستير العلوم تدور حول موضوع إزالة ملوحة المياه .

دونالد أسبورن Donald E . Osborn : كان مديرا لمركز بحوث الطاقة الشمسية فى جامعة أريزونا منذ عام ١٩٨١ . وهذا المركز مسؤول عن إيجاد حلول متكاملة لمشاكل الطاقة. وفى يناير / كانون الثانى ١٩٨٧ ، عُين دونالد أسبورن رئيسا للجنة الطاقة فى أريزونا .

جيمس رايلى James J Riley : منسق البرامج الدولية فى مختبر البحوث البيئية التابع لجامعة أريزونا . وكان قد نال درجة الدكتوراه فى الهيدرولوجيا من جامعة أريزونا فى عام ١٩٨٦ . وبعد سنوات من الإقامة فى تايوان والإمارات ، يستقر الآن مع عائلته فى الإمارات العربية المتحدة .

رايموند سييركا Raymond Sierka : أستاذ الهندسة المدنية والميكانيكا الهندسية فى جامعة أريزونا ، ويدرس الآن الهندسة البيئية ويجرى بحوثا حول طائفة من تقنيات معالجة المياه بما فى ذلك أكسدة الأوزون والعمليات المتقدمة لمعالجة المياه .

جويس ستار Jouce R . Starr : مديرة دراسات التنمية الاقتصادية والاجتماعية وأستاذة دراسات الشرق الأدنى فى مركز الدراسات الاستراتيجية والدولية . وكانت تشغل منصب مساعد خاص فى البيت الأبيض فى ظل إدارة الرئيس كارتر قبل انضمامها للمركز فى عام ١٩٧٩ .

دانييل ستول Daniel C . Stoll : باحث مشارك فى مجلس دراسات الشرق الأدنى فى مركز الدراسات الاستراتيجية والدولية منذ عام ١٩٨٥ .

سليج توبنبلات Selig A . Taubenblatt : يعمل حاليا مستشارا تنفيذيا فى القطاع المالى فى شركة بكتل . وكان قد تقاعد من عمله فى الحكومة الأمريكية فى عام ١٩٨٣ بعد ثلاثين عاما فى الوظائف العامة شغل خلالها وظائف إدارية كبيرة فى وزارة الخارجية ، ووكالة التنمية الدولية وصندوق قروض التنمية الأمريكى . وفى الفترة من عام ١٩٧٧ إلى عام ١٩٨١ ، اضطلع سليج توبنبلات بمسؤولية كبيرة فى وكالة التنمية الدولية أثناء المفاوضات حول سد المقارن وعمل أيضا رئيسا للجنة تسيير المساعدات الأمريكية حول حقوق مياه نهر الأردن . وفى الفترة من ١٩٧٧ إلى عام ١٩٨٣ ، عمل مديرا لمشروع تنمية الشرق الأدنى فى وكالة التنمية الدولية .

رقم الإيداع : ٩٥ / ١٠٠٨٧

I.S.B.N. 977 - 5487 - 39 - 0

طبع بمطابع الهداية ـ البراجيل ـ الجيزة

سياسات الندرة

المياه في الشرق الأوسط

